

**COMPORTAMENTO SPAZIALE, SEGREGAZIONE SESSUALE E  
STRATEGIE RIPRODUTTIVE DEL MUFLONE  
(*Ovis orientalis musimon*) IN SARDEGNA**



**RELAZIONE PRELIMINARE**

**DICEMBRE 2006**

**ANNA PIPIA**

**SIMONE CIUTI**

**FABIO GHIANDAI**

**SIRIANO LUCCARINI**

**SUPERVISIONE SCIENTIFICA**

**PROF. MARCO APOLLONIO**



**DIPARTIMENTO DI ZOOLOGIA E GENETICA EVOLUZIONISTICA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI  
DIRETTORE: PROF. MARCO APOLLONIO**

# INDICE

PREMESSA.....	PAG. 2
RINGRAZIAMENTI.....	PAG. 2
INTRODUZIONE.....	PAG. 3
AREA DI STUDIO.....	PAG. 4
LA SPECIE.....	PAG. 5
MATERIALI E METODI.....	PAG. 9
RISULTATI E DISCUSSIONE.....	PAG. 13
BIBLIOGRAFIA.....	PAG. 29

## **Premessa**

Nel dicembre 2004 la regione Sardegna ha attivato due borse di studio dedicate sia allo studio della struttura e dinamica di popolazione sia all'analisi preliminare del comportamento spaziale del muflone in Sardegna. Tali ricerche, svolte dal gruppo di ricerca del Prof. Marco Apollonio, sono nella loro fase conclusiva nella foresta demaniale di Montes (Orgosolo – Nuoro) ed hanno permesso di ottenere le prime preziose informazioni sull'ecologia comportamentale della specie. In particolare, per quel che concerne la borsa di studio inerente struttura e dinamica di popolazione, grazie allo svolgimento mensile da parte di due operatori di una serie di transetti ( $n = 8$ , sviluppo = 45 Km) dislocati omogeneamente all'interno del cantiere forestale, è stata raccolta una serie di informazioni inerenti la proporzione tra i sessi, la dimensione e fenologia dei gruppi osservati, la produttività delle femmine e la sopravvivenza dei piccoli. Due sessioni annuali di censimento da vista da punti di vantaggio, inoltre, hanno permesso di meglio definire alcuni parametri fondamentali nello studio della struttura e dinamica della popolazione.

La seconda ricerca appena conclusasi, mirata all'analisi del comportamento spaziale della specie, ha creato le basi per attivare uno studio a lungo termine sull'ecologia comportamentale di questo bovide simbolo della Sardegna. In particolare, sono stati muniti di radiocollare per la prima volta in Sardegna 31 mufloni (femmine = 19, maschi = 12), costituendo un campione sufficientemente ampio nello studio del comportamento spaziale di un ungulato. Con maggiore dettaglio questo studio ha consentito, grazie all'esecuzione di numerosi sopralluoghi, di definire le aree idonee alla cattura degli animali sulla base dell'individuazione degli spostamenti abituali di questi ultimi. La cattura degli individui selezionati per la ricerca è avvenuta grazie all'impiego di reti verticali a caduta. Nei mesi successivi, vista la peculiare geomorfologia dell'area di studio, sono state messe a punto le tecniche radio-telemetriche appropriate con lo scopo raggiungere una elevata precisione nella raccolta delle localizzazioni degli animali muniti di radiocollare.

Alla luce di tutto ciò, le ricerche svolte sono pronte a fornire una serie di dati originali sulla biologia della specie, con particolare riferimento al comportamento spaziale dei primi 31 mufloni muniti di radiocollare nell'isola. L'attivazione da parte della Regione Sardegna delle due borse di studio sopraccitate ha perciò permesso di creare un contesto ambientale in cui bene si inserisce il presente progetto di ricerca, che si propone di proseguire nello studio del muflone in questa area di studio con lo specifico scopo di chiarire nel dettaglio alcuni aspetti della biologia della specie. In particolare, il presente progetto di ricerca si propone di indagare aspetti inerenti l'ecologia comportamentale del muflone. I principali temi di ricerca riguarderanno aspetti specifici del comportamento spaziale, in termini di uso dello spazio e selezione dell'habitat, la segregazione sessuale e le strategie riproduttive di questa specie. Lo studio sarà svolto nella foresta demaniale di Montes, perciò un'area montuosa del centro della Sardegna caratterizzata da un ambiente mediterraneo peculiare per la presenza di inverni freddi con frequenti ed abbondanti precipitazioni nevose. Questo contesto ambientale permetterà di studiare le risposte comportamentali del muflone sottoposto ad un numero maggiore di variabili ecologiche ed ottenere un quadro completo di aspetti tuttora poco indagati dell'ecologia comportamentale di questa specie.

Nell'ambito del progetto in corso, lo scopo di questa relazione intermedia è quello di evidenziare le differenze nell'uso dello spazio e nella selezione dell'habitat tra femmine con e senza agnello, nonché i differenti ritmi di attività tra le due classi di femmine durante questo cruciale periodo del ciclo biologico annuale.

---

## **Ringraziamenti**

Si ringrazia la Regione Autonoma della Sardegna, l'Assessorato Difesa dell'Ambiente, con particolare riferimento a Paolo Onida. Si ringrazia l'Ente Foreste della Sardegna della Provincia di Nuoro per il supporto logistico e la collaborazione, con particolare riferimento al direttore F. Corda, la dott.sa M. Zizi, il dott. G. DeSerra, il capocantiere di Montes ed Iseri F. Dettori e P. Sio e tutti gli operai. Si ringraziano inoltre i componenti del gruppo di ricerca del prof. Marco Apollonio e gli studenti universitari che hanno partecipato alle sessioni di cattura e censimento di muflone. Si ringrazia infine la Società Sardegna Resort s.r.l. e la "Fondazione Banco di Sardegna".

---

## Introduzione

Il comportamento degli animali è continuamente influenzato e plasmato da numerosi fattori, in modo tale che ogni scelta operata dal punto di vista spaziale, alimentare o riproduttivo, garantisca la sopravvivenza e l'incremento della fitness individuale (per gli ungulati: Albon et al., 1992). I Mammiferi sono caratterizzati da una notevole plasticità comportamentale, che dipende dal sesso, dall'età dell'individuo, ma in modo particolare dalle caratteristiche dell'ambiente in cui l'animale vive (Albon et al., 1992). Le risorse trofiche di un determinato habitat sono infatti sottoposte nel corso dell'anno ad oscillazioni che inducono gli individui a operare una selezione tra i diversi ambienti nei quali esplicare le attività quotidiane.

Lo spazio vitale, cioè l'home range, è stato definito da numerosi autori (Burt, 1943; Mohr, 1947; Jewell, 1966; Baker, 1978) come "l'area utilizzata da un individuo nelle sue normali attività di raccolta del cibo, ricerca di rifugio, accoppiamento e allevamento della prole". Altri autori ne hanno dato una definizione più generale, per cui l'home range risulta essere la più piccola area nella quale l'animale utilizza il 95% del suo spazio (Jenrich e Turner, 1969). Nel considerare l'home range appare fondamentale la scala temporale in base alla quale viene misurato: si parla allora di home range giornalieri, settimanali, mensili, bimestrali, stagionali, annuali, diurni e notturni. La stima dell'ampiezza, la forma e il pattern di utilizzo degli spazi vitali risultano importanti in molti studi di carattere eco-etologico.

Nelle ricerche basate sull'utilizzo della tecnica del radio tracking gli individui oggetto di studio vengono dotati di radiocollari, e ciò consente di seguire in maniera precisa e continua gli spostamenti di ogni singolo individuo.

Il concetto di home range o area vitale non deve essere confuso con quello di territorio. Questo ultimo, infatti, ha solitamente dimensioni inferiori e viene difeso attivamente dall'animale sia nei confronti di conspecifici che di eterospecifici; l'home range, invece, non è caratterizzato da nessun tipo di difesa e la presenza di altri animali è tollerata.

Alcuni dei fattori cruciali nella definizione dell'home range di un individuo sono: il rischio di predazione e la conseguente disponibilità di aree rifugio, la densità di popolazione, i fattori sociali, il disturbo antropico e il sistema riproduttivo adottato (Jewell, 1966; Clutton-Brock e Harvey, 1978).

Entrando nello specifico dell'ecologia comportamentale delle femmine di ungulati, oggetto specifico di questa relazione intermedia, è importante sottolineare come l'uso dello spazio da parte delle femmine sia soggetto a notevoli modificazioni soprattutto durante il periodo della gravidanza e dell'allattamento. In particolare, la presenza del piccolo può influenzare l'organizzazione sociale e l'uso dello spazio di femmine con prole (Schwede et al., 1993; Bertrand et al., 1996; Tufto et al., 1996; Ciuti et al. 2006), nonché i ritmi di attività ed il comportamento di foraggiamento (Schwede et al., 1993; Bertrand et al., 1996; Tufto et al., 1996). Dopo la nascita del piccolo la difesa da eventuali fenomeni di predazione è uno degli aspetti che maggiormente influenzano il comportamento spaziale delle madri.

Le femmine con il piccolo possono adottare strategie anti predatorie (Clutton-Brock et al., 1982a; San José e Braza, 1992; Villaret et al., 1997; Barten et al., 2001) che le inducono ad isolarsi dagli altri individui, anche se conspecifici (Clutton-Brock e Guinness, 1975; Schwede et al., 1993). L'isolamento con il proprio piccolo che si verifica tra le femmine degli ungulati è da considerarsi come un passaggio essenziale nella formazione del legame madre-figlio, oltre a costituire una ulteriore protezione da possibili predatori (Lent, 1974; Ozoga et al., 1982).

I nuovi nati sono infatti soggetti ad elevato rischio predatorio; ciò ha permesso l'evoluzione di due strategie differenti negli ungulati: "Hiding" (i piccoli restano accovacciati nelle prime settimane di vita attendendo nascosti le periodiche visite delle madri per l'allattamento) e "Following" (i piccoli seguono subito attivamente la madre) (Geist, 1971; Lent, 1974; Leuthold, 1977; Rudge, 1970; Walther, 1968).

La presente ricerca è stata effettuata nella Foresta Demaniale di Montes, Orgosolo (Nuoro). Più precisamente lo studio ha previsto il monitoraggio intensivo di 13 femmine adulte di muflone (*Ovis orientalis musimon*), dotate di radiocollare, che sono state monitorate durante la stagione dei parti mediante l'uso della tecnica del radio-tracking. Questo ha permesso di studiare a fondo l'uso dello spazio, la selezione dell'habitat e i ritmi di attività delle femmine durante la stagione dei parti, la fase più critica del ciclo biologico annuale femminile.

---

### **Area di studio**

L'area di studio è situata nella foresta demaniale di Montes, presso Orgosolo (NU). Questa comprende una superficie di circa 4600 ettari, che raggiunge i 7000 se vengono inclusi gli appezzamenti affidati dal comune di Orgosolo all'Ente Foreste. Si estende dal massiccio del Gennargentu all'alta valle del Cedrino, al Supramonte sino al rio Flumineddu. L'area di studio è un vasto altopiano carsico con altitudine compresa tra 800 e 1400 metri. Le condizioni climatiche sono di tipo mediterraneo, con estati molto secche e calde, le temperature massime superano i 30° nei mesi di luglio e agosto; in contrasto, gli inverni risultano anche severi con temperature minime registrabili nei mesi di gennaio e febbraio. Le precipitazioni nevose possono essere abbondanti. È importante sottolineare la presenza della più antica foresta primaria d'Europa, in cui si possono ritrovare secolari esemplari di leccio (*Quercus ilex*) e ginepro (*Juniperus oxicedrus* e *Juniperus phoenicea*) in forma arbustiva. Possono essere raggiunte in alcuni casi anche notevoli dimensioni e un'età millenaria. Sono presenti inoltre agrifogli (*Ilex aquifolium*), tasso (*Taxus baccata*) e macchia mediterranea cui si aggiungono pino (*Pinus spp.*) e cedro (*Cedrus spp.*), alloctoni introdotti nei rimboschimenti. A seguito dell'incendio verificatosi nel 1931, la lecceta ha lasciato spazio a stadi di degradazione più o meno accentuati: formazioni a macchia mediterranea, gariga, sino alla roccia affiorante. Nella zona vi è una consistente presenza di bestiame al pascolo e non è raro osservare ibridi di maiale domestico (*Sus scrofa domesticus*) e cinghiale (*Sus scrofa meridionalis*). L'importanza dei predatori è limitata, e solo l'aquila reale (*Aquila chrysaetes*) e la volpe (*Vulpes vulpes*) possono rappresentare un pericolo soprattutto per i piccoli di muflone. Tra gli uccelli sono presenti l'astore (*Accipiter gentilis arrigonii*), lo sparviere (*Accipiter nisus*), il gheppio (*Falco tinnunculus*), il colombaccio (*Columba palumbus*), la cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), il corvo imperiale (*Corvus corax*). Tra i mammiferi, oltre a muflone, cinghiale e volpe, sono presenti anche il gatto selvatico sardo (*Felis silvestris lybica*), la martora (*Martes martes*), il topo quercino (*Eliomys quercinus*) e il ghiro (*Myoxus glis melonii*). Ai margini del bosco troviamo invece la lepre (*Lepus capensis*) e il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*). Utilizzando la carta dell'uso del suolo della Regione Autonoma della Sardegna (edizione 2003) all'interno dell'area di studio sono state individuate le seguenti tipologie vegetazionali:

**Bosco di latifoglie:** formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali latifoglie. La superficie a latifoglie costituisce almeno il 75% della componente arborea forestale. Sono comprese anche le sugherete miste con altre latifoglie, qualora non possano essere classificate come boschi puri di sughera.

**Bosco di conifere:** formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali conifere. La superficie a conifere costituisce almeno il 75% della componente arborea forestale.

**Pascolo naturale:** aree foraggere localizzate nelle zone meno produttive talvolta con affioramenti rocciosi non convertibili a seminativo.

**Macchia mediterranea:** associazioni vegetali dense composte da numerose specie arbustive, ma anche arboree in prevalenza a foglia persistente, in ambiente mediterraneo.

**Gariga:** associazioni cespugliose basse e discontinue su substrato calcareo o siliceo. Sono spesso composte da lavanda, cisti, rosmarino e timo. Può comprendere alberi isolati.

Aree a ricolonizzazione artificiale: aree in cui sono evidenti gli interventi e le opere preparatorie agli impianti come gradonamenti e buche, anche se talvolta, attualmente, la vegetazione spontanea può avere preso il sopravvento sulle specie impiantate.

Area con vegetazione rada: affioramenti con copertura vegetale compresa tra il 5% e il 40%. Comprende le steppe xerofile, le steppe alofite e le zone calanchive con parziale copertura vegetale.

Prati Artificiali: colture foraggere ove si può riconoscere una sorta di avvicendamento con i seminativi

Seminativi: superfici coltivate regolarmente arate e generalmente sottoposte ad un sistema di rotazione (cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, prati temporanei, coltivazioni industriali erbacee, radici commestibili e maggesi).

---

## **La specie**

*Inquadramento tassonomico:*

SUPERORDINE:	Ungulati
ORDINE:	Artiodattili
SOTTORDINE:	Ruminanti
FAMIGLIA:	Bovidi
SOTTOFAMIGLIA:	Caprine
TRIBU':	Caprini
GENERE:	<i>Ovis</i>
SPECIE:	<i>Ovis orientalis musimon</i>

I Bovidi costituiscono una famiglia di ruminanti diffusa in tutte le regioni zoogeografiche del mondo. Presentano corna permanenti costituite da un'apofisi frontale su cui si inserisce un astuccio corneo, in genere presenti in entrambi i sessi, in alcuni casi possono mancare. A seconda dei generi si hanno notevoli variazioni nella forma del corpo e delle corna. La colorazione del mantello va dal marrone al grigio, al bianco al giallo al nero; alcune specie presentano macchie o strie (Apollonio e Meneguz 2003). La famiglia comprende nove sottofamiglie, tra queste la sottofamiglia Caprine è rappresentata da tre generi e cinque specie nella fauna italiana. Il genere *Ovis* comprende specie di Caprine come il muflone (*Ovis orientalis musimon*), l'argali (*Ovis ammon*), l'urial (*Ovis orientalis gmelini*), la pecora delle Montagne Rocciose (*Ovis canadensis*), la pecora di Dall (*Ovis dalli*). E' sempre difficile definire in modo chiaro la sistematica di questo genere; si ritiene comunque che comprenda sei specie di cui due neartiche e quattro paleartiche (Corbet, 1984). Si tratta di bovidi di medie dimensioni con pelame folto ed a volte lanoso. Entrambi i sessi sono dotati di corna in molte specie; anche se queste possono mancare in altre come accade nella maggior parte di popolazioni di muflone.

*Distribuzione pregressa e attuale*: L'areale di origine del muflone comprendeva i territori montuosi dell'Asia minore, del Caucaso e dell'Iran Settentrionale. Si ritiene che questo ungulato sia finito nel Mediterraneo occidentale, circa 8000 anni fa, a seguito di popolazioni in migrazione verso Occidente che praticavano già la pastorizia. Si pensa che il muflone presente in Sardegna e Corsica discenda da esemplari parzialmente addomesticati che poi progressivamente tornarono in natura. Studi condotti su materiale osteologico hanno rivelato l'esistenza di poche differenze morfogenotipiche tra gli attuali mufloni delle isole mediterranee e i loro progenitori del Medio Oriente. Queste differenze riguardano principalmente le dimensioni generali e lo sviluppo delle corna.

Dopo la sua introduzione in Sardegna e il suo inselvatichimento il muflone si è largamente diffuso nell'isola andando ad occupare un areale molto vasto. Il bracconaggio ha portato però ad una drastica diminuzione del numero di capi, tanto che già nel 1911 Ghigi ne denunciava il declino (Ghigi, 1917); nel 1969 gli individui erano circa 300-360, ma arrivarono a 1500-1600 nel 1985 (Cassola, 1985). Il minimo storico si ebbe nel 1978 con meno di 300 individui. Da questo periodo

in avanti, conseguentemente ad una maggiore sensibilizzazione dell'opinione pubblica, che ha portato ad una diminuzione del bracconaggio e del pascolo ovino nelle aree interessate, e in seguito alla creazione di numerose aree protette, si è avuta una ripresa nella crescita delle popolazioni. Attualmente il muflone è presente in Sardegna con circa 6000 capi (Apollonio et al. 2005) che si trovano tra l'Ogliastra, i monti del Gennargentu e del Supramonte; sul Monte Albo e in aree dell'Azienda Foreste Demaniali (Capo Figari, Capo Cesano, Pabarile e l'Asinara, dove sono presenti popolazioni reintrodotte). La specie è presente anche sugli Appennini e sulle Alpi dove è stata introdotta a partire dalla fine del XVIII secolo (Fig 1). Individui provenienti dalle popolazioni autoctone di Sardegna e Corsica sono stati utilizzati anche per la creazione di colonie nell'Europa continentale, queste contano in totale circa 60000 capi

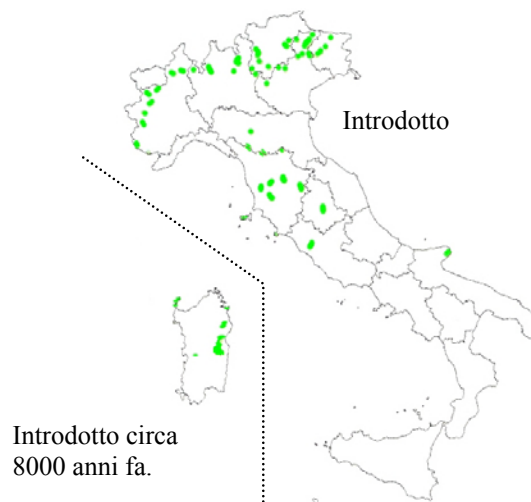


FIG 1: Attuale distribuzione del muflone in Italia

*Descrizione morfologica:* Il muflone è un bovide di taglia medio-piccola, presenta arti corti ma muscolosi e appare molto robusto, perfettamente adattato alla vita in ambienti rocciosi, aspri e selvaggi come quelli che costituiscono il suo habitat. La lunghezza totale in un adulto è compresa tra i 125 e i 140 cm nei maschi e tra i 115 e i 125 cm nelle femmine; mentre l'altezza al garrese tra i 75 e gli 85 cm nei maschi e tra i 65 e i 75 cm nelle femmine. I maschi raggiungono pesi massimi tra i 40 e i 50 kg, le femmine tra i 30 e i 40 kg (Mustoni et al. 2002). I mufloni sardi e corsi hanno dimensioni inferiori rispetto a queste (Pfeffer, 1967), infatti i maschi non superano i 40 kg e le femmine i 30. Il muso è allungato e convesso, carattere che si accentua con l'età. Gli occhi sono grandi con pupilla ovale, posti in orbite sporgenti. La testa di medie dimensioni è dotata di corna, queste sono sempre presenti nel maschio, nella femmina spesso mancano, come accade di regola nelle popolazioni sarde, nelle quali la presenza di corna nella femmina rappresenta un'eccezione. Nelle popolazioni corse, invece, fino al 70% delle femmine presenta le corna (Pfeffer, 1967), anche se più sottili e distanziate rispetto a quelle maschili. Le corna, che possono raggiungere una lunghezza di 80-90 cm, sono appendici molto robuste e larghe alla base, aventi sezione triangolare. Terminano con punte in genere ritorte verso l'esterno, ma che possono convergere ferendo il collo. La superficie delle corna è di colore bruno scuro con numerosi solchi trasversali, che possono essere consumati a causa di urti subiti durante combattimenti nel periodo riproduttivo. Fino al quinto anno di età sono evidenti gli accrescimenti annuali che poi diminuiscono considerevolmente, e consentono di determinare l'età nei maschi.(Fig 2).

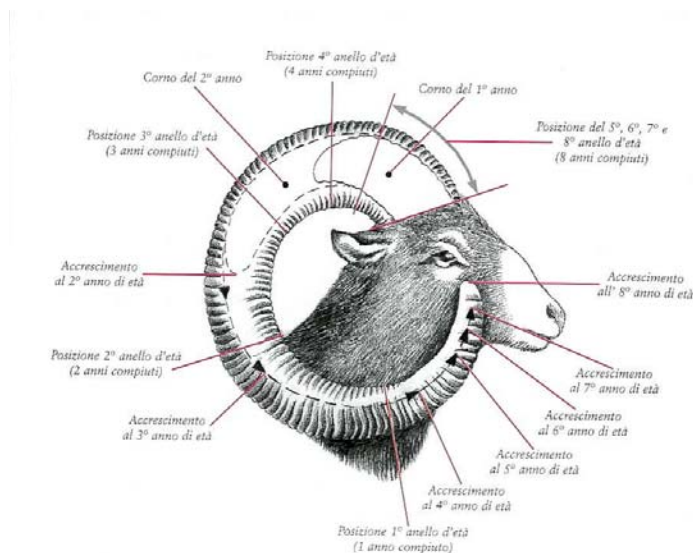


FIG. 2: Fasi di crescita del corno di muflone

Il mantello del muflone è costituito da un pelo molto corto, dritto e folto, con un colore che va dal crema al bruno a seconda delle stagioni. Si possono osservare due mute: una primaverile e una autunnale. Quella primaverile, che in Sardegna è visibile dall'inizio di febbraio fino a metà aprile, è la più vistosa. Quella autunnale fornisce al muflone un mantello più folto e scuro. La muta inizia generalmente lungo la spina dorsale e si estende poi al resto del dorso e al muso, sino al ventre e al petto.

La dentatura definitiva è costituita da 32 denti e viene completata al 43° mese di vita (Apollonio e Meneguz 2003). La formula dentaria di ogni emiarcata è la seguente:

TAB. 1: Schema della formula dentaria definitiva nel muflone (I= incisivo, C=canino, P= premolare, M= molare)

	I	C	P	M
<b>Emiarcata superiore</b>	0	0	3	3
<b>Emiarcata inferiore</b>	3	1	3	3

Sono quindi presenti 20 denti nell'arcata inferiore contro i 12 in quella superiore dove i canini e gli incisivi sono sostituiti dal cercine connettivale gengivale.

Sino al 43° mese di vita è possibile determinare l'età dalla dentatura: rispettivamente a 17, 25 e 32 mesi erompono il primo, il secondo e il terzo incisivo della mandibola (Apollonio e Meneguz 2003).

*Dimorfismo sessuale:* I due sessi sono distinguibili oltre che per le dimensioni del corpo, e per la presenza o la fisionomia delle corna, anche per caratteristiche del mantello. I maschi, infatti, mostrano sul collo, sul petto e sulle spalle una criniera molto scura; possono avere sulla schiena una sella più chiara durante la stagione riproduttiva. Nel periodo estivo nei maschi il mantello è bruno-rossastro, con il ventre, la parte interna e inferiore degli arti e l'area perianale biancastra, ai lati dell'addome, nella parte superiore degli arti, nel sottogola e nella zona della spalla si possono osservare invece delle linee scure. Può essere presente la maschera facciale, con porzioni di pelo chiare sul muso, in contrasto con le guance scure. La coda è nerastra nella parte esterna e giallo-biancastra in quella interna. Le femmine hanno di solito il mantello più chiaro e uniforme, con contrasti di colore minori rispetto ai maschi. Con la muta autunnale (attorno alla prima metà di settembre) i mufloni presentano un mantello più folto e dalle tinte più scure. Nelle femmine anche il mantello invernale presenta tinte meno accese, brunastre.



*Habitat e distribuzione:* Il muflone si è adattato a vivere in ambienti collinari e di bassa montagna, a partire da 300 metri sul livello del mare fino a 1300-1600 metri in Corsica e Sardegna (Pfeffer e Genest, 1969; Cassola, 1985; Ruiu, 1989), e raggiungendo altitudini maggiori in ambito continentale. In Sardegna l'habitat è rappresentato dagli alti pascoli con sottostante bosco di leccio (*Quercus ilex*), sughera (*Quercus suber*), roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*).

Il muflone è capace di grandi spostamenti, ad esempio in seguito a forti nevicate, alla ricerca di territori più adatti. E' probabile che l'utilizzo di determinate fasce altitudinali sia connesso alle necessità trofiche, alla ricerca di zone-rifugio e al condizionamento invernale dovuto allo spessore del manto nevoso (nei casi in cui questa specie sia presente in alta montagna). Il terreno ideale per il muflone è quindi costituito dagli altopiani, dai grandi spazi aperti; con modesti rilievi coperti di vegetazione erbacea e forestale che vengono però abbandonati, in favore di territori rocciosi e scoscesi, per questioni di disturbo e sicurezza (Silvestri, 1975).

*Alimentazione:* Il muflone possiede caratteristiche da ruminante pascolatore di tipo selettivo, con necessità metaboliche medie di circa 4,3 kg di foraggio verde ogni giorno (per 30 kg di peso vivo dell'animale) (Mustoni et al. 2002). Le popolazioni sarde e corse presentano abitudini da brucatori di fogliame di corbezzolo (*Arbutus unedo*), rovo (*Rubus spp.*), frassino (*Fraxinus spp.*) e leccio (*Quercus ilex*), (Pfeffer e Genest, 1969).

Dove il pascolo sia sufficientemente esteso, generalmente il muflone si comporta da pascolatore e la quasi totalità della dieta può essere costituita da graminacee e leguminose (Mustoni et al. 2002). Al contrario, negli ambienti forestali, il comportamento alimentare è simile a quello tipico dei brucatori con il consumo di foglie, apici vegetativi e frutti di stagione. Le graminacee in ogni caso costituiscono da sole mediamente il 69% delle piante appetite (Mustoni et al.; 2002). Durante la stagione estiva, la dieta del muflone è ricca in prevalenza di specie erbacee. In autunno si ha un maggiore consumo di dicotiledoni semilegnose e del loro fogliame; mentre in inverno si aggiungono gli apici quiescenti degli alberelli di rinnovamento e in alcuni casi le loro cortecce.

Il numero di ore giornaliere dedicate all'alimentazione può variare dalle otto alle diciassette, mediamente distribuite in tre o cinque periodi, con massimi all'alba e al crepuscolo, e prevalentemente durante le ore di luce (Mustoni et al. 2002).

*Organizzazione sociale e comportamento:* Il muflone è un animale gregario che costituisce gruppi misti anche di notevoli dimensioni. E' raro osservare individui isolati, si tratta di solito di femmine in prossimità del parto o di maschi ormai in età avanzata. I gruppi misti si formano durante il periodo riproduttivo, in autunno, e permangono spesso anche nei mesi invernali (Pfeffer, 1967; Turcke e Schminke, 1965; Bon et al., 1993). Durante la stagione riproduttiva è notevole anche la presenza di maschi isolati alla ricerca di femmine. In primavera, dopo i parti, si osservano gruppi costituiti da femmine con il loro piccolo e da giovani di un anno (Pfeffer, 1967; Bon e Campan, 1989). Le giovani femmine rimangono per un tempo più o meno lungo accanto alle madri, mentre i maschi al compimento del primo anno d'età o più raramente del secondo abbandonano il gregge per costituire gruppi monosessuali di due-cinque individui.

I mufloni sono soliti emettere caratteristici fischi di avvertimento, espellendo aria dalle narici; questi vocalizzi sono utilizzati in larga misura dai maschi che guidano il branco. Gli stessi nel periodo degli accoppiamenti si riconoscono anche per un tipico suono gutturale che attira le femmine. Queste ultime, invece, emettono un caratteristico belato che ha la funzione sia di attirare i maschi durante il periodo degli amori (Turcke e Schminke, 1965; Briedermann, 1993), che di fungere da richiamo per i piccoli. I belati diminuiscono di frequenza nella stagione autunnale.

*Riproduzione:* Nel muflone maschi e femmine diventano sessualmente maturi in tempi diversi. La maturità sessuale viene raggiunta dai maschi a partire da un anno e mezzo di età, anche se essi non accedono alle femmine fino al terzo anno di vita (maturità sociale) (Turcke e Schminke, 1965), a causa della forte competizione all'interno del gregge. Nelle femmine, che sono poliestrali con un estro che dura tre giorni, la maturità sessuale viene raggiunta ancor prima di compiere il primo anno

d'età, come riscontrato nell'area di studio di Montes (Orgosolo-Nuoro). Il periodo riproduttivo è distribuito tra ottobre e dicembre, anche se si possono avere accoppiamenti già a partire da settembre, a seconda delle caratteristiche climatiche dell'area considerata. La gestazione dura 150–160 giorni, (22 settimane circa) viene partorito di norma un solo piccolo, del peso di 2–2,6 kg (Ruiu, 1989); nel 50% dei casi due (Prien et al., 1982), ma ciò non ha trovato riscontro nell'area di studio in cui è stata svolta la presente ricerca. Durante il periodo riproduttivo i maschi si spostano a seguito del gregge di femmine, osservandolo da punti sopraelevati, e cercano di isolare quelle in estro, provvedendo poi alla loro difesa. In questo periodo avvengono violenti combattimenti tra maschi rivali, con moduli comportamentali specifici:

Foreleg kick: calcio con zampa anteriore; Twist: rotazione del corpo; Head butts: cozzo frontale delle corna; Clash: scontro frontale con rincorsa (McClelland, 1991). Analisi su crani di mufloni maschi hanno mostrato segni di ferite alle corna, alle ossa e ai denti dovute a questi combattimenti (Uhlenhaut e Stubbe, 1980).



FIG 3: Adulti di muflone durante un combattimento (Head Butts)

---

## **Materiali e metodi**

*Tecnica di cattura degli animali:* Il primo passo per uno studio riguardante l'uso dello spazio da parte di una popolazione di ungulati è la cattura di un campione sufficiente di individui, cui segue l'applicazione di radiocollari, indispensabili in una ricerca che si basa sulla la tecnica del radio-tracking, e l'immediato rilascio.

Al fine di munire di radiocollare gli individui necessari allo studio, sono state svolte nella Foresta Demaniale di Montes tre sessioni di cattura, (maggio e ottobre 2005, ottobre 2006).

La tecnica utilizzata è stata quella che prevede l'utilizzo di reti a caduta verticale. Le singole reti (50 m di lunghezza ciascuna) sono state disposte lassamente su pali precedentemente piantati nel terreno o appese a chiodi infissi negli alberi, formando un fronte di cattura (linea di rete di circa 900 m di lunghezza) dove gli animali sono stati spinti da un fronte di battuta formato da 15-30 operatori. In questo modo i mufloni sono stati spinti verso le reti, dove sono rimasti avviluppati, immobilizzati. Di conseguenza, si è proceduto alla determinazione di sesso ed età (conta degli anelli di crescita nei maschi, eruzione ed usura dentaria nelle femmine), alle misurazioni biometriche ed al prelievo di un campione di pelo per le analisi genetiche. Contestualmente sono state applicate marche auricolari fondamentali nel riconoscimento individuale successivo e collari dotati di radiotrasmittente (peso 300 gr.) L'intera operazione è stata svolta nel minor tempo possibile per ridurre al minimo lo stress comportato dalla cattura.

*Raccolta dei dati: il radio-tracking:* Il radio-tracking è stato definito da Mech (1983) come la tecnica che permette di georeferenziare la posizione di un animale attraverso l'uso di una

radioricevente e di una antenna direzionale ad essa collegata, che individuano la fonte di emissione di un segnale radio di breve durata (nell'ordine di pochi millisecondi) emesso ad intermittenza da un trasmettitore applicato all'animale stesso (radiocollare). Tale segnale viene demodolato dalla radioricevente, che lo rende pertanto udibile al rilevatore (emissione di un bip acustico) e registrabile in termini quantitativi (attivazione di una lancetta o di un led luminoso che si muovono su di una scala graduata).

I collari usati sono di materiale plastico estremamente leggero (300 grammi) se rapportato al peso dell'animale, sul quale è applicata la radiotrasmittente dotata di sensore di attività. Per facilitare il riconoscimento visivo dei singoli animali dotati di trasmettenti, come già accennato in precedenza, sono state applicate delle targhette auricolari colorate e contrassegnate da numeri o da sigle. I radiocollari sono contraddistinti da una specifica frequenza, compresa tra 151'000 e 152'000 Hz. Tali frequenze risultano le più appropriate a questo tipo di ricerca, poiché caratterizzate da lunghezze d'onda di circa due-quattro metri. Ciò permette al segnale di superare eventuali ostacoli, in quanto l'attenuazione del segnale radio dipende dal rapporto tra le dimensioni dell'ostacolo e la lunghezza d'onda del segnale stesso. In generale gli ostacoli di misura superiore alla lunghezza d'onda producono attenuazione del segnale. Viceversa segnali con lunghezze d'onda maggiori sono caratterizzati da una scarsa direzionalità e da una forte influenza delle condizioni meteorologiche sulla loro propagazione. L'attrezzatura demodulatrice del segnale propagato nell'etere è rappresentata dall'insieme di antenna e radioricevente, tra loro collegate tramite un cavo coassiale accordato sulla lunghezza d'onda di ricezione. Le riceventi usate sono del tipo Wildlife Material. Le antenne sono di tipo Yagi a tre elementi ed hanno ricezione direzionale, captando il segnale con la massima intensità e chiarezza solo se puntate nella direzione che congiunge l'animale all'operatore. I tre elementi delle antenne Yagi svolgono, in senso antero-posteriore, differenti ruoli. Il primo è direzionale, cioè favorisce l'incanalamento del segnale verso il secondo elemento, che è collegato al cavo coassiale e ha funzione ricevente. L'ultimo elemento, riflettore, riflette in concomitanza di fase il segnale radio verso il ricevente, schermandolo inoltre da segnali indesiderabili (i tipici "rimbalzi"), provenienti dalla direzione opposta alla sorgente emettitrice. In un ambiente come quello di Montes il segnale radio può essere fortemente disturbato dalla fitta vegetazione, dalle pareti rocciose che possono attenuare o riflettere le onde radio: per questo motivo è stata dedicata particolare cura nella scelta delle postazioni da cui eseguire le rilevazioni di posizione degli individui monitorati. In particolare, per eseguire una ricerca di questo tipo è stato necessario individuare dei punti di riferimento, circa 200, facilmente riconoscibili su campo, dai quali eseguire i rilevamenti. La posizione di ciascun punto è stata riportata su una cartina dell'area di studio in scala 1:10000.

La localizzazione dell'animale, detta fix, viene effettuata mediante la tecnica della triangolazione (Fig 4). Due operatori eseguono contemporaneamente rilevamenti da due postazioni diverse e le direzioni di provenienza del segnale vengono rilevate con una bussola come angolo di deviazione dal nord. Uno dei due operatori, annotato l'angolo, nel più breve tempo possibile raggiunge una terza postazione e rileva un'ulteriore direzione di provenienza del segnale; l'altro operatore, intanto provvede a tracciare il fix sulla cartina.

- DISTANZE ANCHE ELEVATE
- 2 OPERATORI IN CONTEMPORANEA
- SPOSTAMENTI LIMITATI E VELOCI
- RILEVAZIONI NOTTURNE CONSENTITE



FIG. 4: la triangolazione.

Le direzioni vengono riportate su carta topografica 1:10000 contrassegnata con i punti di riferimento, utilizzando un goniometro nel tracciare le rette corrispondenti alle direzioni rilevate. L'area delimitata dalle tre rette coincide con la zona di massima probabilità in cui è possibile rintracciare l'animale dotato di radiocollare. La localizzazione di un animale mediante la tecnica della triangolazione è soggetta ad un certo errore di valutazione: per questo motivo non risulta puntiforme. Sono stati effettuati 8-12 fix mensili, omogeneamente distribuiti nelle ore di luce e di buio del giorno. La raccolta dati cui si riferisce questa relazione intermedia considera il periodo compreso tra Dicembre 2005 e Luglio 2006.

Oltre alle coordinate cartesiane che individuano l'area di massima probabilità in cui si ritrova l'animale, durante ciascun fix sono state annotate le seguenti informazioni: data, ora solare, copertura del cielo (sereno, coperto, variabile), temperatura, fascia del giorno (notte, giorno, alba e tramonto), eventuali precipitazioni e, in caso di avvistamento diretto dell'animale dotato di radiocollare, la composizione del gruppo di cui faceva parte. Inoltre, grazie alla presenza nelle trasmettenti di sensori di attività, è stato possibile valutare anche il grado di attività dell'animale. Sono state utilizzate due modalità nella raccolta dati:

1. Sessioni di radio-tracking di tipo discontinuo
2. Sessioni di registrazione dei ritmi di attività

Nel radio-tracking di tipo discontinuo le localizzazioni sono distanziate da un intervallo di tempo sufficientemente ampio (12 ore) da poterle considerare indipendenti, ovvero sia la posizione dell'animale non è condizionata dalla sua posizione nel rilevamento precedente (Swihart e Slade, 1985). Il tempo minimo che deve intercorrere tra due fix successivi è stato definito come il tempo necessario ad un animale per attraversare il proprio home range ed è inversamente proporzionale alla capacità di movimento della specie in studio (Lindstedt e Calder, 1981).

Nella registrazione dei ritmi di attività, mediante sessioni della durata di quattro ore, viene rilevato il grado di attività di ciascun individuo: ogni mese sono state raccolte informazioni omogeneamente distribuite nelle ore di luce e buio. Durante le sessioni di telemetria continua mirate alla registrazione dei ritmi di attività (una rilevazione per ciascun individuo ogni 15 minuti) sono state raccolte le temperature atmosferiche e le loro variazioni durante le suddette sessioni (sensori i-BUTTON DALLAS semiconductor MAXIM).

*Raccolta dei dati - l'osservazione diretta:* Durante tutto il periodo della ricerca sono state raccolte numerose informazioni derivanti dall'osservazione diretta, che sono andate ad integrare il quadro delle rilevazioni telemetriche. Nel periodo primaverile sono state compiute numerose osservazioni delle femmine munite di radiocollare, allo scopo di verificare la presenza dei nuovi nati e la loro sopravvivenza. Per la raccolta di questo tipo di dati è stata utilizzata la tecnica della cerca.

Nello specifico, nella cerca o osservazione radioassistita (predeictive radio-tracking, MacDonald et al., 1980; homing-in, White e Garrot, 1990) viene individuata la direzione di provenienza del segnale radio, che indirizza quindi lo spostamento del rilevatore. Lo scopo finale è l'avvistamento dell'animale dotato di radiocollare. L'avvistamento diretto permette di raccogliere dati ausiliari quali la composizione del gruppo o la caratterizzazione di dettaglio dell'ambiente circostante la zona di avvistamento. E' necessario durante queste operazioni agire in modo da limitare al massimo il disturbo degli animali, così da non modificarne le normali attività.

*Tecniche di analisi dei dati raccolti - uso dello spazio:* Finito il periodo di raccolta dei dati, ogni fix è stato trascritto su tabelle Microsoft Excel, a loro volta importate nel programma informatico Ranges VI (Kenward e Hodder, 1996). Nel software ciascun animale è identificato dalle seguenti variabili: frequenza del collare, mese ed anno di cattura, classe d'età e sesso. I fix sono individuati mediante le coordinate cartesiane e qualificati con la data e l'ora del rilevamento, l'attività dell'animale, le condizioni meteorologiche. A questo punto è stato possibile procedere all'analisi

dei rilievi telemetrici, che ha avuto come punto di partenza la stima delle dimensioni degli home range. Per il calcolo delle dimensioni degli home range è stato utilizzato il metodo analitico di Kernel.

Il Metodo di Kernel è di tipo non parametrico, ovvero non necessita di alcuna assunzione che possa predeterminare la forma dell'home range. Il metodo assegna un dato valore della funzione di distribuzione delle localizzazioni per ogni punto spaziale (x,y). La distribuzione, discontinua, viene convertita in continua, individuando i contorni (isoplete) a densità costante che racchiudono diverse percentuali di localizzazioni, ai quali viene associata una misura ed una forma dell'area familiare (Worton, 1989). Nella presente ricerca, per la valutazione degli home range e sono state considerate le aree individuate dalle isoplete che racchiudono il 95% e il 50% dei fix a disposizione.

Il vantaggio principale derivato dall'uso del metodo di Kernel consiste nell'evitare una sovrastima degli home range per quegli animali che occupano aree disgiunte, grazie all'esclusione delle aree di passaggio, poco utilizzate. Viceversa questo metodo tende a sovrastimare gli home range nel caso in cui i fix siano in numero limitato o ricadano in un'area ristretta. Attraverso il metodo di Kernel sono stati calcolati gli home range bimestrali, mentre tutte le elaborazioni grafiche sono state realizzate mediante il programma informatico ArcView 3.2.

Per l'analisi statistica sono stati utilizzati test di tipo parametrico, previa trasformazione logaritmica delle dimensioni degli home range, applicati grazie all'uso del programma informatico SPSS 13.0.

*Tecniche di analisi dei dati - analisi composizionale dell'uso dell'habitat:* La selezione dell'habitat da parte del campione in esame è stata determinata utilizzando l'analisi composizionale ideata da Aebischer et al. (1993). Tale analisi viene effettuata su due livelli che si differenziano sulla base delle tipologie vegetazionali considerate come "UTILIZZATE" dagli animali del campione e "DISPONIBILI" nell'area di studio.

- Livello 1 Composizione dell'home range (UTILIZZATO: tipologie vegetazionali contenute in un home range, DISPONIBILE: tipologie vegetazionali contenute nell'area di studio).
- Livello 2 Uso dell'habitat (UTILIZZATO: tipologie vegetazionali in cui ricadono i fix, DISPONIBILE: tipologie vegetazionali contenute nell'home range).

Con maggior dettaglio, nel primo livello di analisi viene confrontata la composizione degli home range degli animali monitorati (in termini di percentuale di tipologie vegetazionali contenute) con l'assetto vegetazionale della area di studio.

Nel secondo livello di analisi viene indagato l'uso dell'habitat propriamente detto, poiché si considera in quali tipologie vegetazionali ricadono i fix contenuti negli home range degli animali monitorati.

Le informazioni necessarie per effettuare i due livelli di analisi sono state ottenute utilizzando il programma informatico ArcView 3.2, mediante il quale sono stati determinati i dati inerenti l'uso e il disponibile. Tale analisi è stata effettuata su scala temporale bimestrale e sono stati considerati gli home range determinati con il metodo di Kernel al 95%. In questo modo sono state determinate, per ciascun animale e per ogni bimestre, le seguenti informazioni:

- Composizione percentuale delle tipologie vegetazionali contenute in ciascun home range
- Percentuale di fix contenuti nelle varie tipologie vegetazionali all'interno di ciascun home range.

I dati così ottenuti sono stati elaborati mediante l'uso di un'apposita "macro" di Microsoft Excel che effettua l'analisi composizionale dell'uso dell'habitat e che, tenendo conto delle tipologie vegetazionali utilizzate dagli animali in rapporto a quanto risultano disponibili nell'area di studio, ha permesso di ordinare per rango le tipologie selezionate. Grazie all'uso del programma è stato possibile inoltre determinare se tipologie di rango differente risultassero selezionate in maniera significativamente diversa dagli animali monitorati. Uno dei maggiori vantaggi derivanti dall'uso dell'analisi composizionale è la possibilità di testare alcune variabili indipendenti a fianco delle analisi di base. In particolare sono state testate le differenze nella selezione dell'habitat al variare dei bimestri tra femmine con e femmine senza piccolo. (Analisi multivariata della varianza, MANOVA).

*Tecniche di analisi dei dati: analisi dei ritmi di attività:* I dati inerenti i ritmi di attività delle femmine monitorate sono stati analizzati utilizzando modelli lineari generalizzati (GLM) per misure ripetute. Questo approccio statistico permette di ovviare al problema legato all'autocorrelazione dei dati cui si va incontro ogni volta che vengono raccolte informazioni non discontinue sullo stato di attività di ciascun individuo.

---

## **Risultati e discussione**

*Analisi del comportamento spaziale su scala bimestrale:* Sulla base delle numerose osservazioni dirette effettuate nel periodo compreso tra Dicembre 2005 e Luglio 2006, il campione di 13 femmine provviste di radiocollare è stato suddiviso in due raggruppamenti:

- 6 femmine con agnello
- 7 femmine senza agnello

Le dimensioni degli home range bimestrali sono state calcolate con il metodo Kernel considerando sia il 95% che il 50% dei fix a disposizione raccolti nel periodo compreso tra Dicembre 2005 e Luglio 2006.

Prima di entrare nel merito delle differenze tra femmine con e senza agnello, è necessario analizzare le variazioni bimestrali delle dimensioni degli home range. Considerando entrambe le percentuali di fix disponibili, gli home range di dimensioni minori sono stati registrati nel bimestre di Giugno-Luglio sia per le femmine senza piccolo (Kernel 95% = 46,89±48,05 ha, Kernel 50% = 15,39±15,74 ha), che per le femmine con il piccolo (Kernel 95% = 83,64±46,92 ha, Kernel 50% = 24,40±12,69 ha). Gli home range di dimensioni maggiori sono stati registrati nel bimestre Aprile-Maggio per entrambi i raggruppamenti femminili: femmine senza piccolo. (Kernel 95% = 93,51±77,22 ha, Kernel 50% = 25,48±19,70 ha) e femmine con il piccolo (Kernel 95% = 184,00±77,97 ha, Kernel 50% = 62,12±26,17 ha).

Le dimensioni degli home range (espresse in ettari) dei quattro bimestri in cui è stato suddiviso il periodo di studio sono riportate nelle tabelle 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4. Le dimensioni medie con l'indicazione della deviazione standard sono raffigurate invece nei grafici 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.

Bisogna sottolineare che la variazione bimestrale degli home range in entrambi i raggruppamenti femminili è risultata solo di tipo qualitativo, non essendo stata supportata dall'analisi statistica. Infatti, come riportato nella tabella riassuntiva 4.5, non sono state rilevate variazioni statisticamente significative negli home range bimestrali (fattore: bimestre), e nemmeno considerando i due raggruppamenti femminili separati (effetto combinato: piccolo\*bimestre).

Femmine senza piccolo (n=7)		
individuo	K 95%	K 50%
455	103,90	29,98
474	137,63	46,19
304	3,49	1,00
35	41,67	10,62
104	41,67	10,71
495	106,98	23,92
375	18,63	5,60
<b>media</b>	64,85	18,29
<b>dev.st</b>	47,16	14,75
Femmine con piccolo (n=6)		
individuo	K 95%	K 50%
154	165,35	51,45
325	40,38	11,38
515	112,35	27,01
174	71,82	18,96
274	232,80	48,57
56	69,16	18,49
<b>media</b>	115,31	29,31
<b>dev.st</b>	65,77	15,34

TAB. 2.1: Dimensioni degli Home Range nel bimestre Dicembre-Gennaio

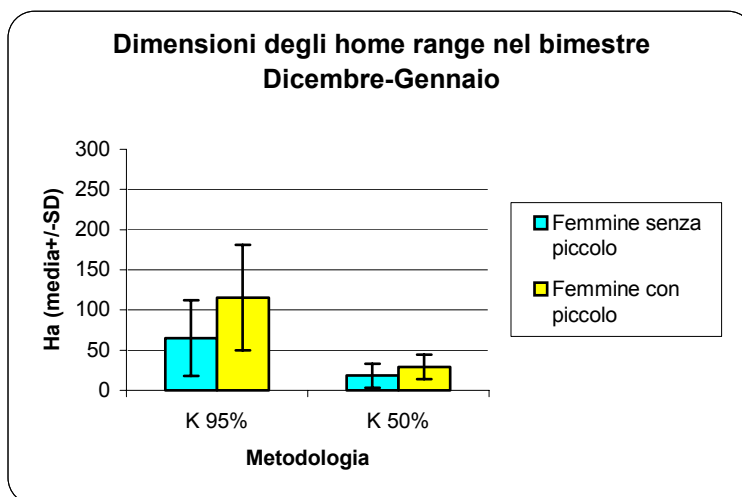


GRAFICO 1.1

Femmine senza piccolo (n=7)		
individuo	K 95%	K 50%
455	214,88	47,50
474	200,86	47,27
304	26,33	8,38
35	30,34	10,63
104	14,68	5,46
495	106,46	32,93
375	40,00	13,91
<b>media</b>	90,51	23,73
<b>dev.st</b>	79,23	17,08
Femmine con piccolo (n=6)		
individuo	K 95%	K 50%
154	47,30	14,30
325	0,66	0,24
515	96,57	22,57
174	24,55	6,01
274	216,15	79,81
56	84,22	24,80
<b>media</b>	78,24	24,62
<b>dev.st</b>	69,82	26,13

TAB. 2.2: Dimensioni degli Home Range nel bimestre Febbraio- Marzo

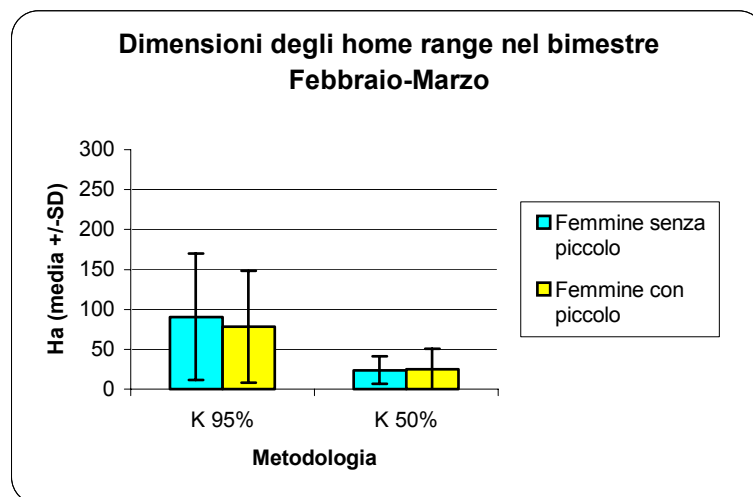


GRAFICO 1.2



Femmine senza piccolo (n=7)		
individuo	K 95%	K 50%
455	239,44	52,97
474	173,37	58,31
304	33,15	11,95
35	19,85	5,45
104	29,62	11,11
495	63,36	16,63
375	95,80	21,91
<b>media</b>	93,51	25,48
<b>dev.st</b>	77,22	19,70
Femmine con piccolo (n=6)		
individuo	K 95%	K 50%
154	214,45	86,74
325	141,35	56,06
515	33,36	10,61
174	271,03	87,16
274	239,08	74,89
56	204,73	57,26
<b>media</b>	184,00	62,12
<b>dev.st</b>	77,97	26,17

TAB. 2.3: Dimensioni degli Home Range nel bimestre Aprile-Maggio

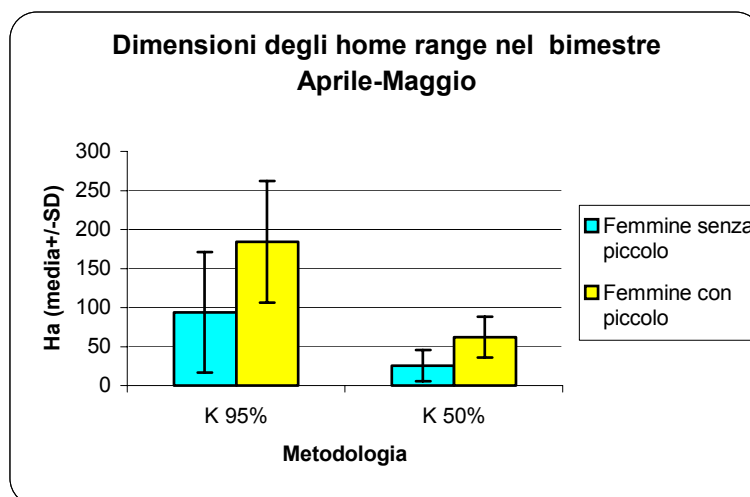


GRAFICO 1.3

Femmine senza piccolo (n=7)		
individuo	K 95%	K 50%
455	20,45	5,89
474	160,52	52,67
304	39,24	11,25
35	25,07	7,08
104	21,47	9,85
495	51,35	17,18
375	10,15	3,80
<b>media</b>	46,89	15,39
<b>dev.st</b>	48,05	15,74
Femmine con piccolo (n=6)		
individuo	K 95%	K 50%
154	120,02	37,20
325	34,19	13,94
515	15,69	3,55
174	72,26	20,92
274	115,21	33,86
56	144,44	36,92
<b>media</b>	83,64	24,40
<b>dev.st</b>	46,92	12,69

TAB. 2.4: Dimensioni degli Home Range nel bimestre Giugno-Luglio

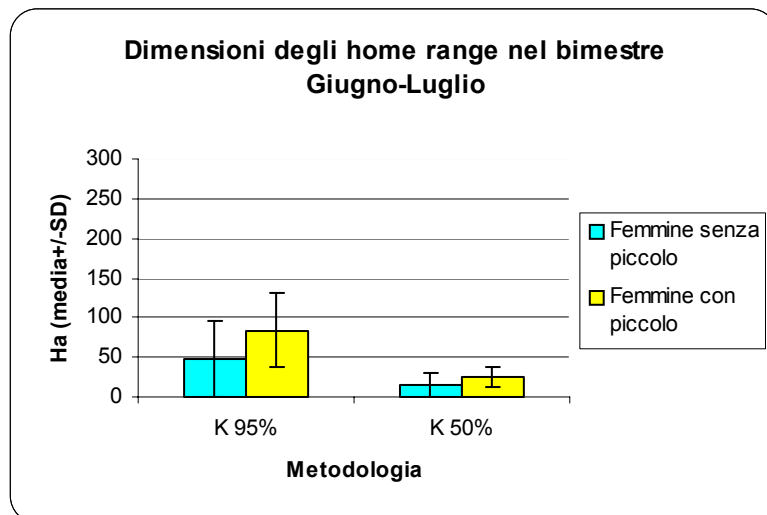


GRAFICO 1.4

I grafici 2 e 3 permettono di effettuare un confronto diretto tra le dimensioni degli home range bimestrali (Kernel al 95% e Kernel 50%) nei due raggruppamenti femminili considerati, ovvero sia femmine con e femmine senza agnello.

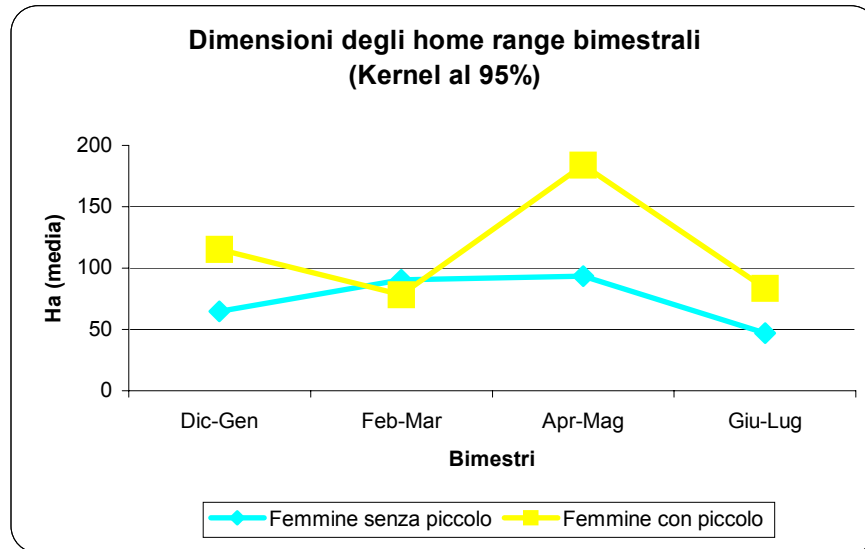


GRAFICO 2

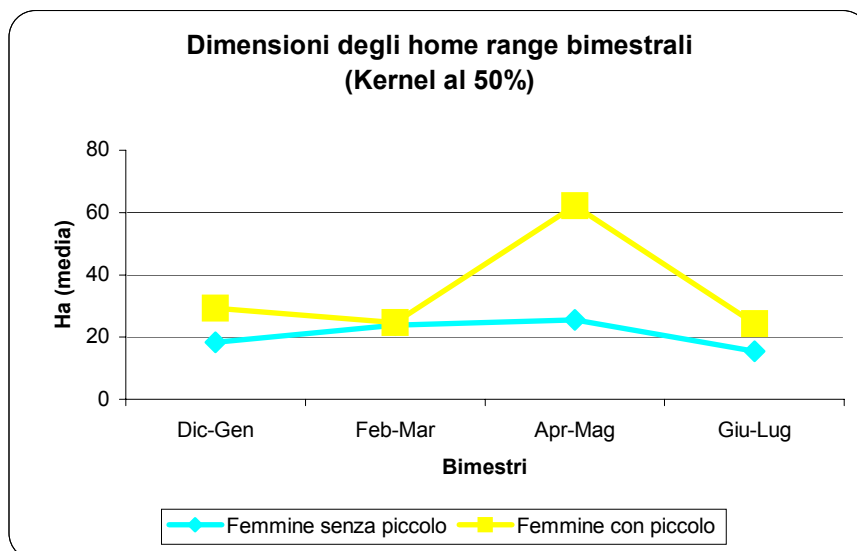


GRAFICO 3

Nel dettaglio, il modello lineare generalizzato (GLM) ha permesso di verificare come la presenza del piccolo influenzi in modo statisticamente significativo il comportamento spaziale delle madri (Kernel 95% GLM  $F=6,402$   $p=0,015$ ; Kernel 50% GLM  $F=6,336$   $p=0,016$ ), (Tab 3).

<b>Metodologia: Kernel 95%</b>		
<b>FATTORE</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
<b>Presenza del piccolo</b>	6,402	0,015
<b>Bimestre</b>	1,502	0,228
<b>Effetto combinato piccolo* bimestre</b>	0,315	0,815
<b>Metodologia: Kernel 50%</b>		
<b>FATTORE</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
<b>Presenza del piccolo</b>	6,336	0,016
<b>Bimestre</b>	1,753	0,17
<b>Effetto combinato piccolo* bimestre</b>	0,487	0,693

TAB. 3: Tabella riassuntiva dei risultati inerenti il modello lineare generalizzato (GLM) applicato alle dimensioni degli home range bimestrali femminili

L'utilizzo del T-test come post-hoc ha permesso di verificare nel dettaglio in quali bimestri esista una differenza significativa nel comportamento spaziale mostrato dai due raggruppamenti femminili. Tale analisi ha evidenziato come solo durante il bimestre Aprile-Maggio esista una differenza significativa tra le due classi femminili, ovvero sia in concomitanza del bimestre dei parti. Con maggior dettaglio, nei bimestri Dicembre-Gennaio e Febbraio-Marzo, ovvero sia quando i piccoli non sono ancora nati, le dimensioni medie degli home range delle femmine gravide e non gravide sono risultati comparabili (Dic-Gen  $n_{\text{con agnello}} = 6$ ,  $n_{\text{senza agnello}} = 7$ , Kernel 95%  $t = 1,524$   $p = 0,156$ , Kernel 50%  $t = 1,444$   $p = 0,177$ ; Feb-Mar  $n_{\text{con}} = 5$ ,  $n_{\text{senza}} = 7$ , Kernel 95%  $t = 0,407$   $p = 0,693$ , Kernel 50%  $t = 0,324$   $p = 0,753$ ). In definitiva, durante le ultime fasi della gestazione le future madri non hanno mostrato modificazioni significative nel comportamento spaziale rispetto alle femmine non gravide. Una volta nati gli agnelli (mese di Aprile) le dimensioni degli home range delle femmine con agnello sono risultate significativamente superiori, ma ciò è stato messo in evidenza solo dall'uso del Kernel 50% (Tab. 4). In particolare le femmine con piccolo hanno occupato aree in media due o tre volte più estese rispetto alle femmine senza piccolo. Nel bimestre Giugno-Luglio le dimensioni degli home range ritornano ad essere nuovamente comparabili (Giu-Lug  $n_{\text{con}} = 6$ ,  $n_{\text{senza}} = 7$ , Kernel 95%  $t = 1,453$   $p = 0,174$ , Kernel 50%  $t = 1,183$   $p = 0,262$ ), sottolineando come durante le ultime fasi dell'allattamento la presenza del piccolo non influenzi in modo statisticamente significativo il comportamento spaziale delle madri (Tab 4).

Bimestri	Metodologia: Kernel	t	SIG.
Dic-Gen	K 95%	1,524	0,156
	K 50%	1,444	0,177
Feb-Mar.	K 95%	0,407	0,693
	K 50%	0,324	0,753
Apr-Mag.	K 95%	1,782	0,102
	K 50%	2,195	0,05
Giu-Lug.	K 95%	1,453	0,174
	K 50%	1,183	0,262

TAB 4: Confronto delle dimensioni degli home range bimestrali tra femmine con e femmine senza agnello (T-test per campioni indipendenti)

In definitiva, considerando l'intero periodo di studio, che include la fase cruciale del ciclo biologico annuale delle femmine (gestazione-parto-allattamento), solo durante il bimestre dei parti sono state registrate modificazioni statisticamente significative nel comportamento delle madri. Il risultato ottenuto è particolarmente interessante se si considera il fatto che in letteratura esiste un numero limitato di pubblicazioni scientifiche inerenti il comportamento spaziale della specie, in special modo se si considerano quelle riferite ad un ambiente mediterraneo.

Tra le poche ricerche inerenti l'ecologia comportamentale del muflone in cui è stata utilizzata la tecnica del radio-tracking risulta degna di nota quella svolta nel sud della Francia (Dubois et al. 1991) su un campione di 9 femmine, dal dicembre 1987 al giugno 1989. Per questi animali sono stati individuati due areali stagionali differenti, uno primaverile-estivo (364 ha, MPC 100%) ed uno autunnale-invernale (244 ha, MPC 100 %).

L'utilizzo della tecnica del Minimo Poligono Convesso, tuttavia, non facilita confronti con i dati ottenuti nella presente ricerca, comportando una sovrastima nel calcolo delle dimensioni delle aree vitali. In aggiunta, il lavoro di Dubois et al. (1991) non considera la presenza o l'assenza dell'agnello nell'analisi del comportamento spaziale femminile, variabile che necessariamente deve essere inclusa in studi sull'ecologia comportamentale di una specie.

La presente ricerca ha mostrato differenze statisticamente significative tra gli home range delle femmine con e senza il piccolo solo nel bimestre Aprile-Maggio. In questo periodo, in cui si assiste alla nascita degli agnelli è stato registrato un significativo incremento delle dimensioni degli home range nelle madri. Modificazioni comportamentali comparabili sono state documentate anche in altri ungulati, come il capriolo (*Capreolus capreolus*) (Tufto et al., 1996), e il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) (Boschi e Nievergelt, 2003): anche in questi due casi appena citati le femmine con piccolo hanno occupato home range più estesi rispetto a quelle senza piccolo. In entrambi i casi ciò è stato ricollegato all'aumento degli spostamenti delle madri direttamente correlati all'aumento delle esigenze trofiche legate al parto ed alle prime fasi dell'allattamento.

Per quanto riguarda il campione di femmine oggetto di studio, tuttavia, come confermato dalle osservazioni effettuate durante il periodo di studio, l'incremento degli home range nelle femmine di muflone durante il bimestre dei parti sembrerebbe riconducibile allo spostamento effettuato nel raggiungere i siti idonei scelti per il parto, ovvero sia durante la breve fase di isolamento che fa allontanare le madri dal gruppo sociale di appartenenza. E' necessario che la scelta del sito risulti ottimale visto che durante il parto e nei giorni immediatamente successivi sia la femmina che l'agnello risultano estremamente vulnerabili a fenomeni di predazione. La scelta di un sito

appropriato perciò risulta essere di importanza cruciale nella sopravvivenza del nuovo nato durante i primi giorni di vita.

Dopo il parto, la femmina e il piccolo rimangono per alcuni giorni isolati dal resto del gregge; tale periodo è fondamentale nella creazione e consolidamento del legame madre-figlio, oltre che per motivi anti-predatori, così come avviene negli altri ungulati (Lent, 1974; Ozoga et al., 1982). Il piccolo già poco dopo la nascita è capace di sollevarsi sulle quattro zampe e seguire attivamente la madre nei suoi spostamenti: i piccoli di muflone, infatti, adottano la strategia “follower” (Geist, 1971; Lent, 1974; Leuthold, 1977; Rudge, 1970; Walther, 1968).

Dopo questo periodo di isolamento madre e agnello rientrano nel gruppo sociale di appartenenza. Durante il bimestre dei parti, come sarà documentato nei paragrafi successivi, le femmine con piccolo tendono ad utilizzare aree caratterizzate prevalentemente dalla presenza di macchia mediterranea alta a scapito delle aree a gariga e pascolo che, seppur più ricche in termini di disponibilità di risorse trofiche, non offrono adeguati ripari per i nuovi nati. Il raggiungimento di tali aree, che offrono i siti idonei per il parto e la protezione dei piccoli nei primi giorni di vita, contribuisce all’incremento delle dimensioni degli home range durante il bimestre in questione.

#### *Composizione vegetazionale dell’area di studio*

Per individuare la composizione vegetazionale dell’area di studio è stato calcolato un home range globale utilizzando il metodo analitico dell’MPC (Minimo Poligono Convesso) applicato al 100% dei fix raccolti su tutti gli animali monitorati nel periodo incluso tra Giugno 2005 e Luglio 2006. La superficie così ottenuta è stata incrementata con un “buffer” di 500 metri, con lo scopo di includere le aree eventualmente raggiunte da sporadici erratismi occasionali compiuti dagli individui del campione. L’area disponibile che ne risulta si estende su una superficie di 2781 ha. Le tipologie vegetazionali presenti al suo interno sono state riportate nel grafico 4.

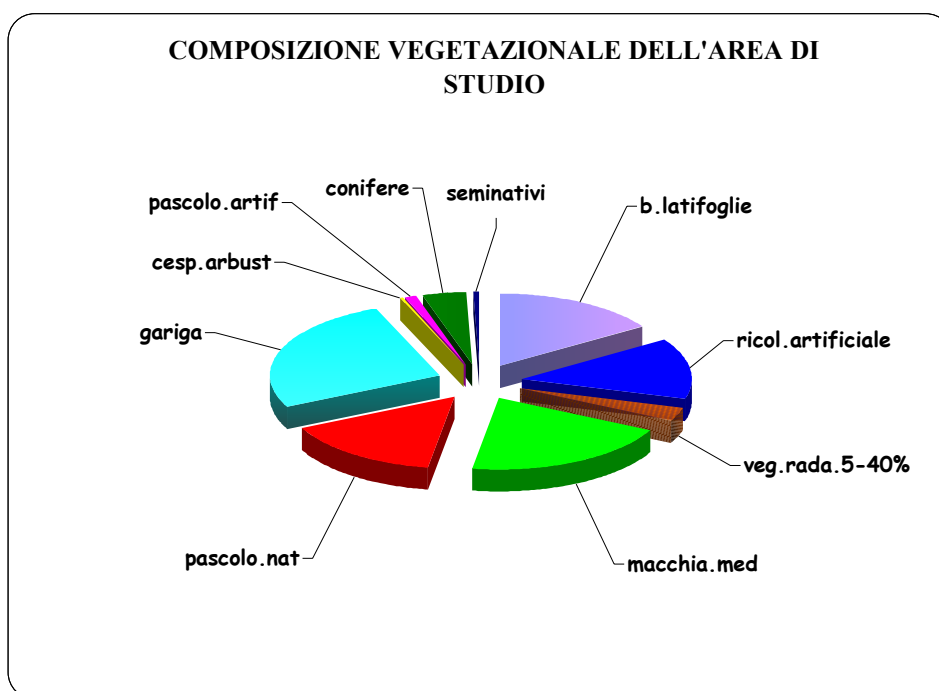


Grafico 4

*Analisi composizionale dell'uso dell'habitat - PRIMO LIVELLO DI ANALISI: COMPOSIZIONE DEGLI HOME RANGE*

Scopo di tali elaborazioni è verificare se le femmine di muflone effettuano una selezione dell'habitat esclusivamente in proporzione alle risorse disponibili o se invece è riscontrabile una selezione attiva nei confronti delle tipologie vegetazionali presenti nell'area di studio. Inoltre risulta necessario verificare se esistano differenze significative nella selezione dell'habitat tra femmine con e senza piccolo, e nello specifico durante quale periodo.

La ranghizzazione delle tipologie vegetazionali effettuata con l'analisi composizionale tiene ovviamente conto del peso degli habitat disponibili: una tipologia poco rappresentata e altamente selezionata occuperà un rango superiore rispetto ad una tipologia selezionata nella stessa misura ma molto più diffusa nell'area di studio.

Dopo gli accorpamenti effettuati seguendo le indicazioni di Aebischer et al.,(1992), le tipologie vegetazionali considerate sono quattro: gariga e pascolo (g&p), ricolonizzazione artificiale a cedro e conifere (r&c), lecceta (b. latifoglie) e macchia mediterranea. Come mostrato nelle tabelle 4.7 e 4.8, la tipologia gariga e pascolo occupa il rango più alto in tutti i bimestri per entrambe le classi di femmine.

In definitiva, la presenza di aree ricoperte da pascolo o gariga sembra assumere un aspetto fondamentale negli spostamenti delle femmine di muflone. Bisogna sottolineare, tuttavia, che il primo livello di analisi offre un quadro puramente generale della selezione dell'habitat, e solo il secondo livello permette un'analisi più fine. L'analisi multivariata della varianza (MANOVA. Tab. 5.1 e 5.2), infatti, non ha rilevato differenze significative nella selezione dell'habitat dei due raggruppamenti femminili.

Legenda

- g&p= gariga e pascolo
- r&c= ricolonizzazione artificiale a cedro e conifere
- macchia med.= macchia mediterranea
- b.latifoglie= bosco di latifoglie (lecceta)

BIMESTRE	$\lambda$ di Wilks	Random p	Tipologie vegetazionali selezionate in ordine di rango		Manova (confronto con femmine senza piccolo)	
			Rango maggiore	Rango minore	F	SIG.
Dic-Gen	0,6756	0,8300	g&p>r&c>macchia med.>b. latifoglie		0,515	0,687
Feb-Mar	0,1932	0,1980	g&p>macchia med.>r&c>b. latifoglie		0,500	0,696
Apr-Mag	0,5751	0,5880	g&p>r&c>macchia med.>b. latifoglie		0,411	0,752
Giu-Lug	0,5320	0,6630	g&p>macchia med.>r&c>b. latifoglie		0,275	0,842

TAB 5.1: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat.

Ranghizzazione nelle femmine con piccolo e MANOVA

BIMESTRE	$\lambda$ di Wilks	Random p	Tipologie vegetazionali selezionate in ordine di rango		Manova (confronto con femmine con piccolo)	
			Rango maggiore	Rango minore	F	SIG.
Dic-Gen	0,4545	0,2730	g&p>b.latifoglie>macchia med.>r&c		0,515	0,687
Feb-Mar	0,2336	0,0950	g&p>>b.latifoglie>r&c>macchia med.		0,500	0,696
Apr-Mag	0,5278	0,4960	g&p>>>macchia med.>b. latifoglie>r&c		0,411	0,752
Giu-Lug	0,7151	0,7920	g&p>r&c>macchia med.>b. latifoglie		0,275	0,842

TAB 5.2: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat.

Ranghizzazione nelle femmine senza piccolo e MANOVA

*SECONDO LIVELLO DI ANALISI: USO DELL'HABITAT PROPRIAMENTE DETTO*

Le quattro tipologie vegetazionali individuate nel primo livello sono state utilizzate anche durante il secondo livello d'analisi. Anche in questo caso la tipologia caratterizzata dal rango superiore è risultata essere costituita da gariga e pascolo, tranne nel bimestre Aprile-Maggio quando le femmine con piccolo hanno orientato le proprie scelte verso la macchia mediterranea (tab. 4.9 e 4.10).

Il secondo livello d'analisi, che prende perciò in considerazione la selezione dell'habitat propriamente detta, mette in evidenza l'influenza della presenza del piccolo proprio nel bimestre dei parti (Aprile-Maggio). A questo proposito le tabelle 5.3 e 5.4 riportano i confronti tra le due classi femminili utilizzando l'analisi multivariata della varianza (MANOVA). Le analisi fini che seguono il modello generale multivariato (MANOVA) hanno evidenziato il peso della tipologia "macchia mediterranea" ( $F= 10,852$   $p=0,011$ ), nella determinazione delle differenze comportamentali tra i due raggruppamenti femminili. L'influenza della presenza del piccolo si fa sentire anche nel bimestre Giugno-Luglio, in cui si registra ancora una differenza statisticamente significativa tra le madri e le femmine senza agnello ( $F= 4,801$   $p=0,049$ ).

BIMESTRE	$\lambda$ di Wilks	Random p	Tipologie vegetazionali selezionate in ordine di rango		Manova (confronto con femmine senza piccolo)	
			Rango maggiore	Rango minore	F	SIG.
Dic-Gen	0,3822	0,3080	g&p>r&c>macchia med.>b. latifoglie		0,540	0,672
Feb-Mar	0,1958	0,3130	g&p>>>r&c>b. latifoglie>macchia med.		0,519	0,685
Apr-Mag	0,3526	0,2390	macchia med.>g&p>r&c>>>b. latifoglie		6,174	0,029
Giu-Lug	0,0303	0,0390	g&p>macchia med.>r&c>>>b. latifoglie		4,801	0,049

TAB 5.3: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat.

Ranghizzazione nelle femmine con piccolo e MANOVA



BIMESTRE	$\lambda$ di Wilks	Random p	Tipologie vegetazionali selezionate in ordine di rango		Manova (confronto con femmine con piccolo)	
			Rango maggiore	Rango minore	F	SIG.
Dic-Gen	0,2666	0,0900	g&p>r&c>b. latifoglie>macchia med.		0,540	0,672
Feb-Mar	0,0741	0,0590	g&p>b. latifoglie>r&c>macchia med.		0,519	0,685
Apr-Mag	0,0670	0,0250	g&p>macchia med.>r&c>b. latifoglie		6,174	0,029
Giu-Lug	0,3176	0,1170	g&p>macchia med.>r&c>b. latifoglie		4,801	0,049

TAB 5.4: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat

#### Ranghizzazione nelle femmine senza piccolo e MANOVA

La presenza di nuovi nati induce le madri ad adottare strategie antipredatorie (Clutton-Brock, 1982; San José e Braza, 1992), ed ovviamente la loro messa in atto incide significativamente sul comportamento di foraggiamento e sulla selezione dell'habitat (Ciuti et al., 2006). L'osservazione che le femmine con piccolo utilizzano aree caratterizzate da una minore disponibilità trofica (le aree a macchia mediterranea sono più povere delle superfici ricoperte da pascolo) è in contrasto con l'incremento della richiesta energetica nelle femmine di ungulati durante la gestazione, il parto e l'allattamento (circa il 40% durante le ultime fasi della gestazione e circa il 150% durante l'allattamento; Loudon, 1985). Le femmine con piccolo evidentemente utilizzano aree più povere compromettendo un'alimentazione ottimale con lo scopo di offrire una maggiore protezione al piccolo (Bon et al., 1995; Festa Bianchet, 1988).

Le analisi hanno infatti messo in evidenza come la presenza del piccolo abbia un peso significativo nella selezione dell'habitat delle madri che durante il bimestre dei parti incrementano l'utilizzo della macchia mediterranea, tipologia vegetazionale che pur essendo più povera dal punto di vista della disponibilità delle risorse trofiche offre per le sue caratteristiche strutturali un luogo sicuro dove nascondere il piccolo ed abbassare significativamente la probabilità di fenomeni di predazione.

#### *Ritmi di attività.*

Alla luce dei risultati ottenuti nei paragrafi precedenti, risulta necessario indagare se esistano delle modificazioni comportamentali nelle madri che possano compensare l'utilizzo di habitat sub-ottimali durante il periodo dei parti. L'analisi dei ritmi di attività sembra offrire la risposta più probabile a questo quesito.

Nell'elaborazione dei dati riguardanti i ritmi di attività la giornata è stata suddivisa in 12 fasce da 2 ore ciascuna, per ognuna delle quali è stato ottenuto lo stato di attività di ciascuna femmina del campione.

Nei grafici 5.1-5.7 sono state riassunte le percentuali medie di attività mensili nei due raggruppamenti femminili e le temperature medie registrate in contemporanea durante le sessioni di telemetria continua.

### Legenda

Fascia 1: 0-2; Fascia 2: 2-4; Fascia 3: 4-6; Fascia 4: 6-8  
Fascia 5: 8-10; Fascia 6: 10-12; Fascia 7: 12-14; Fascia 8: 14-16;  
Fascia 9: 16-18; Fascia 10: 18-20; Fascia 11: 20-22; Fascia 12: 22-24

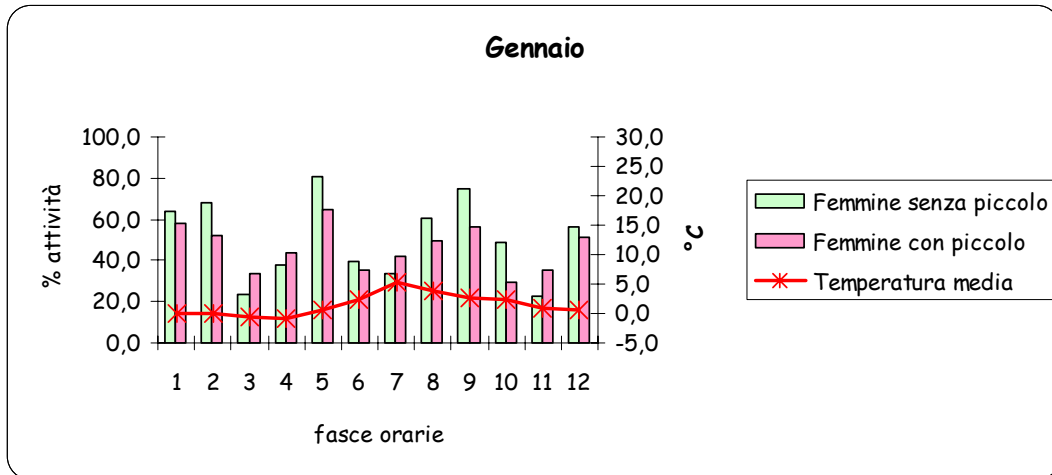


GRAFICO 5.1

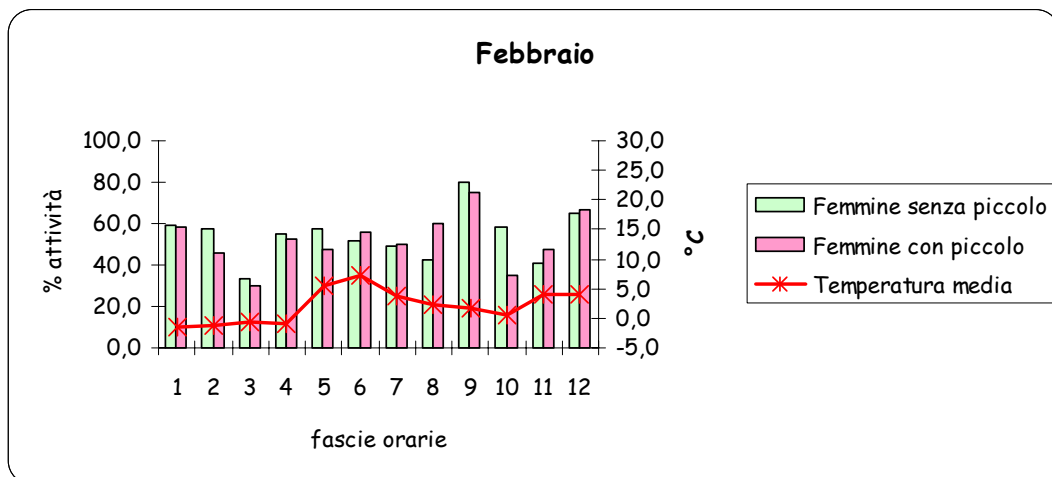


GRAFICO 5.2

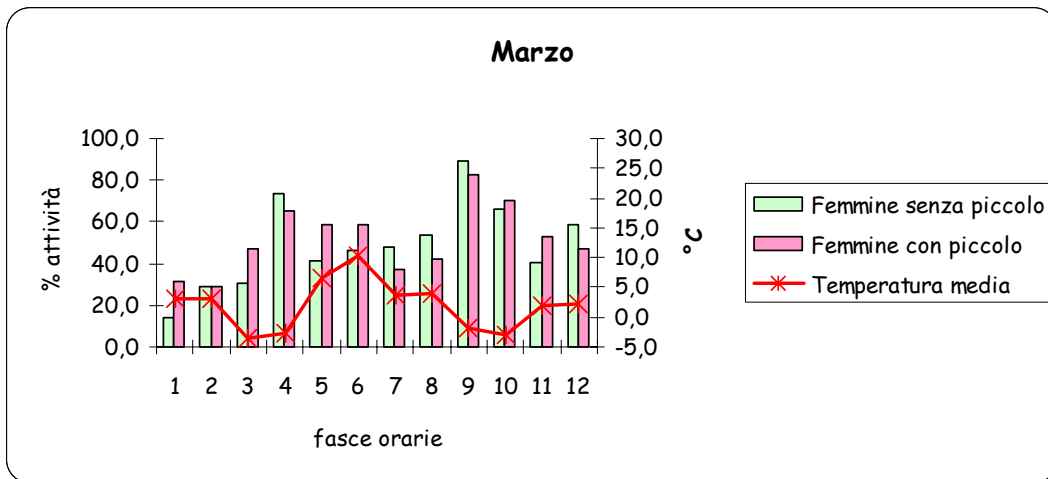


GRAFICO 5.3

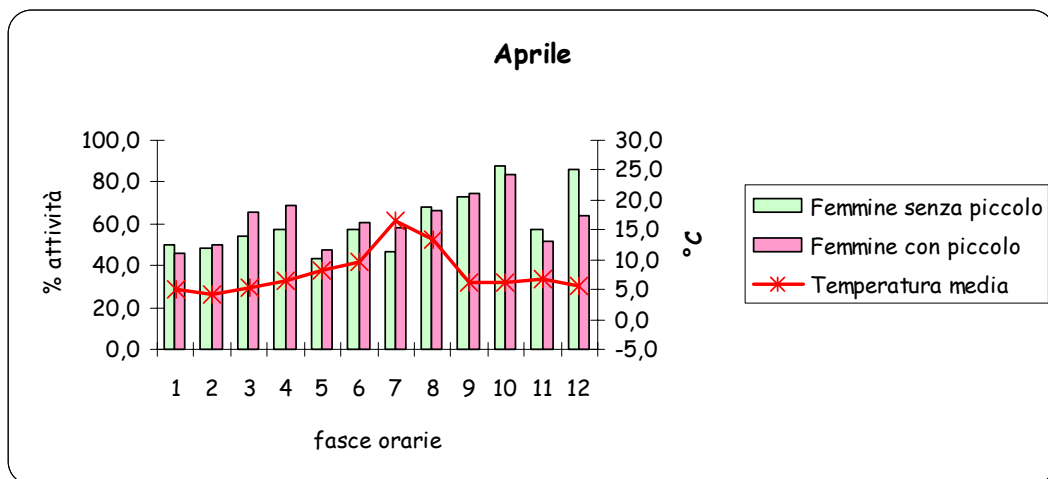


GRAFICO 5.4

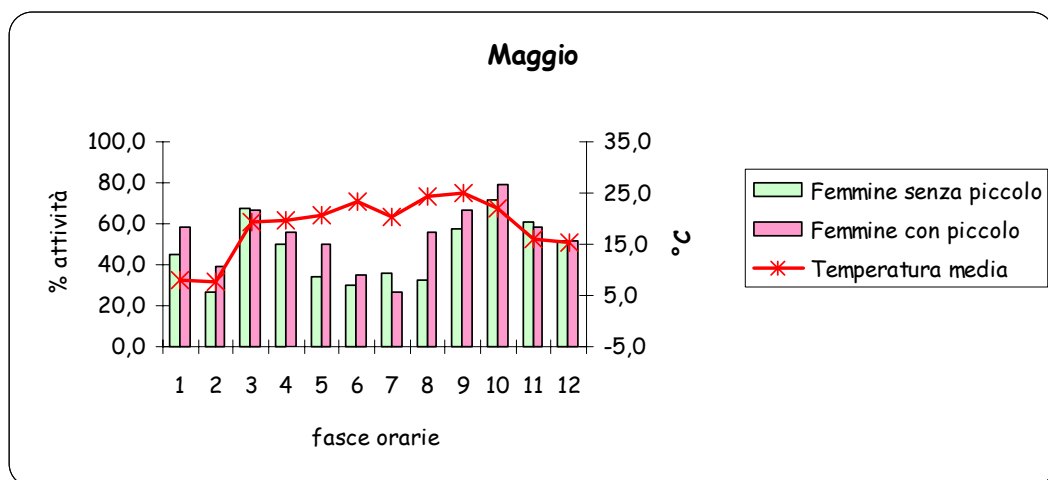


GRAFICO 5.5

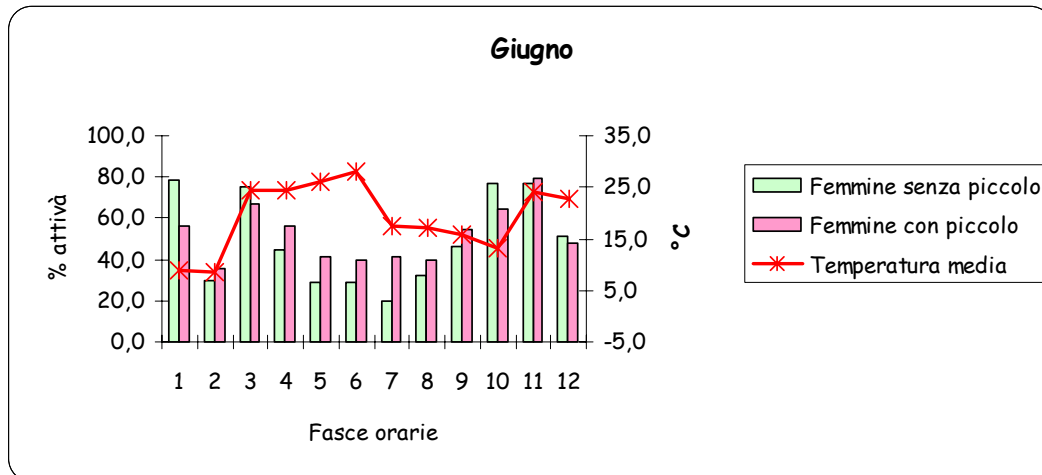


GRAFICO 5.6

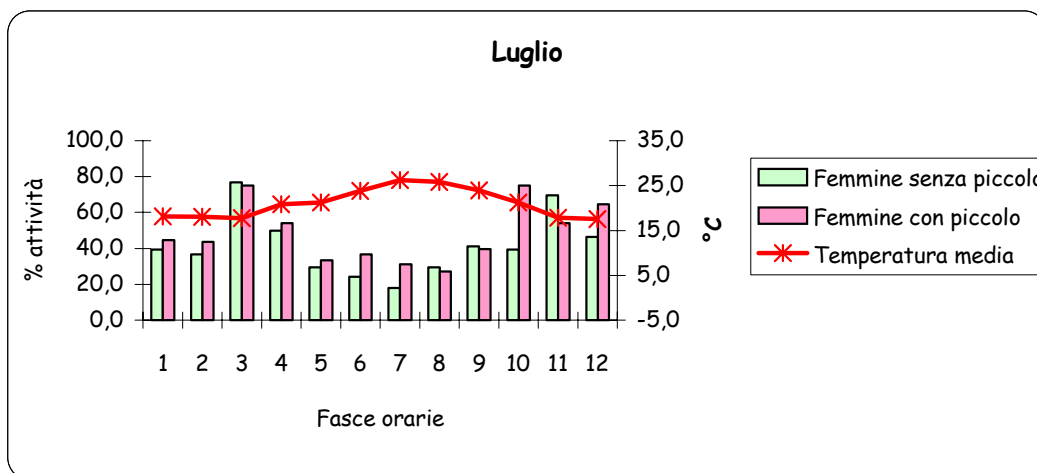


GRAFICO 5.7

E' interessante sottolineare che, come mostrato nei grafici 5.1-5.7, i ritmi di attività nei mesi della gestazione (Gennaio-Marzo) sono comparabili tra le due classi femminili. Al contrario, una volta nato il piccolo (Aprile), per le madri sono state rilevate percentuali di attività superiori, aspetto pronunciato specialmente nelle ore centrali calde del giorno, quando le femmine senza piccolo riducono drasticamente le loro attività.

Per le femmine senza piccolo possiamo infatti individuare fondamentalmente due picchi di attività incentrati all'alba e al tramonto: identico comportamento è stato registrato nelle femmine gravide sino al mese dei parti escluso, a partire dal quale hanno incrementato la loro attività anche nelle ore centrali più calde. Nei grafici 5.8 e 5.9 sono stati riportati i valori dei ritmi di attività su scala bimestrale nei due bimestri in cui risulta significativa l'influenza della presenza del piccolo (GLM per misure ripetute in entrambi i periodi considerati:  $F=4,877$ ;  $p=0,028$ ).

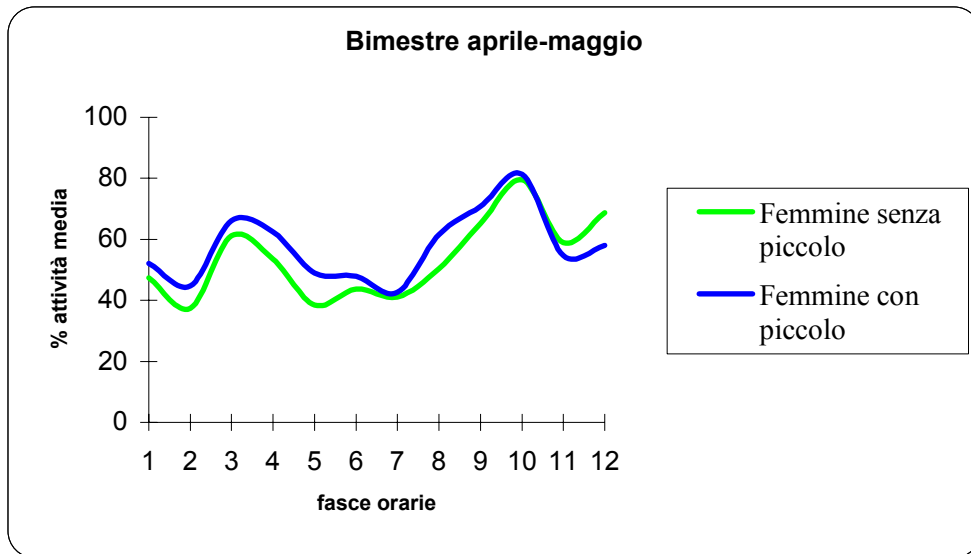


GRAFICO 5.8

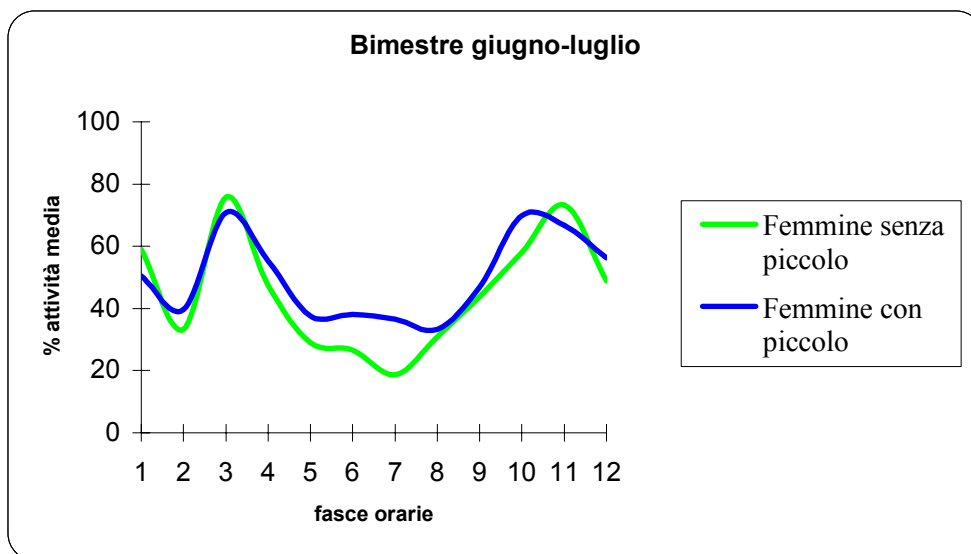


GRAFICO 5.9

In definitiva le femmine con piccolo hanno utilizzato le aree più povere dal punto di vista trofico (macchia mediterranea) compromettendo un foraggiamento ottimale al fine di ridurre il rischio di predazione per i loro piccoli (si veda per esempio Alados, 1985; Bergeud e Page, 1987; Bon et al., 1995; Festa Bianchet, 1988). L'osservazione che le femmine con piccoli utilizzano aree caratterizzate da una minore disponibilità trofica è, come già sottolineato in precedenza, in contrasto con l'incremento della richiesta energetica delle femmine di ungulati durante il parto e l'allattamento (circa al 40% durante le ultime fasi della gestazione e circa il 150% durante

l'allattamento, Loudon, 1985). Probabilmente le femmine con i piccoli compensano l'uso di aree sub-ottimali dal punto di vista della disponibilità trofica incrementando l'approvvigionamento di cibo spendendo più tempo nel foraggiare. Per esempio, Clutton-Brock et al. (1982b) hanno dimostrato che in estate le femmine di cervo con piccolo si alimentano ogni giorno due ore in più delle altre femmine; risultati comparabili sono stati mostrati per le femmine di vigogna (*Vicugna vicugna*; Bosch e Svendsen, 1987) e la pecora di Dall (Seip e Bunnell, 1985).

Anche le femmine di pecore delle Montagne Rocciose investono più tempo nelle attività di foraggiamento se hanno i piccoli, confermando come le richieste energetiche quotidiane delle femmine con prole siano significativamente maggiori (Ruckstuhl e Festa-Bianchet, 1998; Goodson, Stevens e Bailey, 1991).

Le modificazioni comportamentali registrate in questi esempi inerenti studi sugli ungulati sembrano trovare riscontro nel presente studio, visto che le femmine di muflone con agnello compensano l'uso di aree sub-ottimali spendendo più tempo nel foraggiamento (incremento dei ritmi di attività nelle ore centrali calde), mostrando una strategia messa in atto durante il periodo dei parti che premia soprattutto la difesa dei piccoli da eventuali fenomeni di predazione.

---

## **Bibliografia**

- AEBISCHER, N.J., ROBERTSON, P.A. & KENWARD, R.E. (1993). Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology*. 74:1313-1325.
- ALADOS, C.L. (1985). Group size and composition of the Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) in the Sierras of Cazorla and Segura. In *The biology and management of mountain ungulates*. 134-147. Lovari, S. (Ed.). London: Croom-Helm.
- ALBON, S.D., STAINES, H.J., GUINNES, F. E. AND CLUTTON-BROCK, T.H. (1992). Density dependent changes in the spacing behaviour of female kin in red deer. *J. Anim. Ecol.* 61: 131-137.
- APOLLONIO, M. ET AL. (2005). Carta delle vocazioni faunistiche della Sardegna. *Sottoprogetto 3 : studio relativo agli Ungulati*.
- APOLLONIO, M. & MENEGUZ, P. (2003). Il muflone. In: La fauna d'Italia: Carnivori ed Ungulati. *Boitani, Lovari, Vigna. EdS. SCN, Ministero dell'Ambiente*.
- BAKER, R.R. (1978). The evolutionary ecology of animal migration. *Hodder e Stoughton, London*.
- BARTEN, N.L., BOWYER, R.T. & JENKINS, K.J. (2001). Habitat use by female caribou: Tradeoffs associated with parturition. *J. Wildl. Manage.* 65:77-92.
- BERGERUD, A.T. & PAGE, R.E. (1987). Displacement and dispersion of parturient caribou at calving as antipredator tactics. *Can. J. Zool.* 65:1597-1606.
- BERTRAND, M.R., DENICOLA, A.J., BEISSINGER, S.R. & SWIHART, R.K. (1996). Effects of parturition on home ranges and social affiliations of female white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 60:899-909.
- BON, R., BADIA, J., MAUBLANC, M.L. & RECARTE, J.M. (1993). Social grouping dynamics of Corsican Mouflon during the rut. *Z. Säugetierkd.* 58: 294-301.
- BON, R. & CAMPAN, R. (1989). Social tendencies of the Corsican mouflon in the Caroux-Espinouse massif (South of France). *Behav. Proc.* 19: 57-58.
- BON, R., JOACHIM, J. & MAUBLANC, M.L. (1995). Do lambs affect feeding habitat use of lactating female mouflons in spring within an area free of predators?. *J. Zool.* 235: 43-51.
- BOSCH, P.C. & SVENDSEN, G.E. (1987). Behaviour of male and female vicuna (*Vicugna vicugna* Molina 1782) as it relates to reproductive effort. *J. Mammal.* 68: 425-429.

- BOSCHI, C. & NIEVERGEN, B. (2003). The spatial patterns of Alpine chamois (*Rupicapra rupicapra rupicapra*) and their influence on population dynamics in the Swiss National Park. *Mamm. Biol.* 68: 16-30.
- BRIEDERMANN, L. (1993). Unser Muffelwild: auf meinen Erlebnissen bei Forschung an europäischen Wildschafen. Morschen-Heina: Neumann-Neudamm.
- BURT, W.H. (1943). Territoriality and home range as applied to mammals. *J. Mammal.* 24: 346-352.
- CASSOLA, F. (1985). Management and conservation of the sardinian moufflon (*Ovis musimon* Schreber). An outline. In Lovari S. (ed.): *The biology and management of Mountain Ungulates*, Croom Helm. 197-203.
- CIUTI, S., BONGI, P., VASSALE, S. & APOLLONIO, M. (2006). Influence of fawning on the spatial behaviour and habitat selection of female fallow deer (*Dama dama*) during late pregnancy and early lactation. *J. Zool.* 268:97-107.
- CORBET, G.B. (1984). The mammals of the palearctic region: a taxonomic review. *Suppl. British Museum Natural History*
- CLUTTON-BROCK, T.H. & GUINNESS, F.E (1975). Behaviour of red deer (*Cervus elaphus*) at calving time. *Behaviour.* 55:287-300.
- CLUTTON-BROCK, T.H. & HARVEY, P.H. (1978): Mammals, resources and reproductive strategies. *Nature.* 273, 191-195.
- CLUTTON-BROCK, T.H., GUINNESS, F. ALBON, S.D. (1982): Red deer: behavior and ecology of two sexes. *Chicago University Press*. Chicago.
- CLUTTON-BROCK, T.H., IASON, G.R., ALBON, S.D. & GUINNESS, F.E. (1982b). Effects of lactation on feeding behaviour and habitat use in wild red deer hinds. *J. Zool.* 198:227-236.
- DUBOIS M., GERARD J.F., MAUBLANC M.L & VITAL F. (1991). Dynamics of spatial occupation by female corsican mouflon (*Ovis ammon*) in a Mediterranean mountain range, southern France. *Oungulès/ungulates.* 91: 305-308.
- FESTA-BIANCHET, M. (1988). Nursing behaviour of bighorn sheep: correlates of ewe age, parasitism, lamb age, birthdate and sex. *Anim. Behav.* 36:1445-1454.
- GEIST, V. (1971). Mountain sheep: a study in behaviour and evolution. *The University Chicago Press*. Chicago.
- GHIGI, A. (1917). I Mammiferi d'Italia considerati nei loro rapporti coll'agricoltura. *Natura* VIII:85-137.
- GOODSON, N.J., STEVENS, D.R. & BAILEY J.A. (1991). Effects of snow on foraging ecology and nutrition of bighorn sheep. *J. Wildl. Manage.* 55: 214-222.
- JENRICH, R.I. & TURNER, F.B. (1969). Measurement of non-circular H.R. *J. Theor. Biol.* 22: 227-237
- JEWELL, P.A. (1966). The concept of home range in Mammal. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 18: 85-109.
- KENWARD, R. & HODDER, R.H. (1996). Range V. An analysis system for biological location data. Wareham, UK: Institute of Terrestrial Ecology.
- LENT, P.C. (1974). Mother-infant relations in ungulates. In *The behaviour of ungulates and its relation to management*: 14-54. Geist, V. & Walther, F. (Eds). Morges, Switzerland: Vol. 1 IUCN.
- LEUTHOLD, W. (1977). African ungulates: a comparative review of their ethology and behavioral ecology. New York. *Springer Verlag*.
- LINDSTED, S.L. & CALDER, W.A. (1981). Body size, physiological time, and longevity of homeothermic animals. *Q. Rev. of Biol.* 56: 1-16.
- LOUDON, A.S.I. (1985). Lactation and neonatal survival of animals. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 54: 183-207.

- MACDONALD, D.W., BALL, F.G., HOUGH, N.G. (1980): The evaluation of home range size and configuration using radio tracking data. In: Amlaner C.G. e MacDonald D.W. (eds.), *A handbook on biotelemetry and radiotracking*, Pergamon, Oxford. 405-424.
- McClelland, B. E. 1991: Courtship and agonistic behavior in mouflon sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **29**,67—85.
- MECH, L. D. (1983): Handbook of animal radio-tracking. *University of Minnesota press*, Minneapolis.
- MOHR, C.O. (1947): Table of equivalent populations of North American small mammals. *Am. Midl. Nat.* **37**: 223-249.
- MUSTONI, A., PEDROTTI, L., ZANON, E., TOSI, G. (2002): “Il muflone” da: Ungulati delle alpi - Biologia-Riconoscimento-Gestione. Nitida immagine editrice. 389-436.
- OZOGA, J. J., VERME, L. S. AND BIENZ, C. S. (1982). Parturition behavior and territoriality in white-tailed deer: impacts on neonatal mortality. *J. Wildl. Manage.* **46**: 1-11.
- PFEFFER, P. (1967). Le Mouflon de la Corse (*Ovis ammon musimon*, Schreber 1782), position systématique, ecologie et ethologie compares. *Mammalia*. **31**: 1-262.
- PFEFFER, P. & GENEST, H. (1967). Biologie comparée d’une population de mouflons de Corse du Parc Naturel du Caroux. *Mammalia*. **33**: 165-192.
- PRIEN, S., PEUKERT, R., & TELLER. (1982). Das Muffelwild. In: Stubbe H. (ed.); *Buch der Hege I*. Berlin. 110-147.
- RUCKSTUHL, K.E. & FESTA-BIANCHET, M (1998). Do Reproductive Status and Lamb Gender Affect the Foraging Behavior of Bighorn Ewes? *Ethology*. **104**: 941-954.
- RUDGE, M.R. (1970). Mother and young behaviour in feral goats (*Capra hircus*). *Z.Tierpsychol.* **27**: 687-692.
- SAN JOSÈ, C. & BRAZA, F. (1992). Antipredator aspects of fallow deer behaviour during calving season at Doñana National Park (Spain). *Ethol. Ecol. Evol.* **4**: 139-149.
- SCHWEDE, G., HENDRICHS, H. AND MCSHEA, W. (1993). Social and spatial organization of female white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, during the fawning period. *Anim. Behav.* **45**: 1007-1017.
- SCHWEDE, G., HENDRICHS, H. & WEMMER, C. (1993). In Proceedings of the Second International Symposium of Deer Biology: 56-62. Brown, R. (Ed.). New York. *Springer Verlag*.
- SEIP, D.R & BUNNEL, F.L. (1985). Foraging behaviour and food habits of Stone’s sheep. *Can. J. Zool.* **63**: 627-633.
- SILVESTRI, A. (1975). Il Muflone sardo. *Ed. Forum*, Forlì. 134 pp.
- SWIHART, R.K., & SLADE, N.A. (1985): Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* **66**(4), 1176-1184.
- TUFTO, J., ANDERSEN, R., & LINNELL, J. (1996): Habitat use and ecological correlates of home range size in a small cervid: the roe deer. *J. Anim. Ecol.* **65**: 715-724.
- TÜRCKE, F. & SCHMINKE, S. (1965). Das Muffelwild. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- VILLARET, J.C., BON, R. & RIVET, A. (1997). Sexual segregation of habitat by the alpine ibex in the French Alps. *J. Mammal.* **78**: 1273-1281.
- WALTHER, R.F. (1968). Verhalten der Gazellen. Wittenberg Lutherstadt, Germany. *A. Ziemsen Verlag*.
- WHITE, G.C., GARROTT, R.A. (1990). Analysis of wildlife radio-tracking data. *Academic press inc*. San Diego.
- WORTON, B.J. (1989). Kernel method for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology* **70**:164-168.